

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202193197** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2022.04.29

(51) Int. Cl. **G01V 1/18** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.05.28

(54) **СЕЙСМИЧЕСКИЙ ДАТЧИК**

(86) **PCT/RU2019/000370**

(72) Изобретатель:

(87) **WO 2020/242335 2020.12.03**

Контант Матиас (NO)

(71) Заявитель:

(74) Представитель:

**ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "НЕФТЯНАЯ
КОМПАНИЯ "РОСНЕФТЬ" (RU);
БИ ПИ ЭКСПЛОРЕЙШН
ОПЕРЕЙТИНГ КОМПАНИ
ЛИМИТЕД (GB)**

Медведев В.Н. (RU)

(57) Раскрыты сенсорные узлы, сейсмический датчик, включающий сенсорные узлы, и способы, имеющие отношение к ним. Согласно варианту осуществления сенсорный узел включает в себя электропроводный наружный корпус и электроизолирующий держатель, расположенный в наружном корпусе. Держатель содержит выемку. Кроме того, сенсорный узел включает в себя сенсорный элемент, расположенный в выемке держателя. Сенсорный элемент электрически изолирован от наружного корпуса держателем.

202193197
A1

202193197

A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-302074EA/092

СЕЙСМИЧЕСКИЙ ДАТЧИК

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

[01] Не прилагается.

ЗАЯВЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ФИНАНСИРУЕМЫХ ИЗ ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЛИ ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАЗРАБОТОК

[02] Не прилагается.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[03] Сейсмические исследования, или сейсмическую разведку методом отраженных волн, используют для картирования геологической среды Земли. В течение сейсмических исследований управляемый сейсмический источник излучает низкочастотные сейсмические волны, которые распространяются через геологическую среду Земли. На границах раздела разнородных слоев породы сейсмические волны частично отражаются. Отраженные волны возвращаются к поверхности, где они обнаруживаются одним или несколькими сейсмическими датчиками. В частности, сейсмические датчики обнаруживают и измеряют вибрации, наводимые волнами. Вибрации грунта, обнаруживаемые сейсмическими датчиками на земной поверхности, могут иметь очень широкий динамический диапазон при амплитудах смещения в пределах от сантиметров до ангстремов. Данные, регистрируемые сейсмическими датчиками, анализируют для выявления структуры и состава геологической среды.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[04] Несколько вариантов осуществления, раскрытых в этой заявке, относятся к сенсорному узлу для сейсмического датчика. Согласно варианту осуществления сенсорный узел включает в себя электропроводный наружный корпус и электроизолирующий держатель, расположенный в наружном корпусе. Держатель содержит выемку. Кроме того, сенсорный узел включает в себя сенсорный элемент, расположенный в выемке держателя. Датчик содержит чувствительный элемент и электрически изолирован от наружного корпуса держателем.

[05] Другие варианты осуществления, раскрытые в этой заявке, относятся к сейсмическому датчику. Согласно варианту осуществления сейсмический датчик включает в себя наружный корпус, имеющий центральную ось, верхний конец, нижний конец и внутреннюю полость. Кроме того, сейсмический датчик включает в себя пробную массу, расположенную с возможностью перемещения во внутренней полости, при этом наружный корпус выполнен с возможностью перемещения по оси относительно пробной массы, и множество поджимающих элементов, расположенных во внутренней полости и выполненных с возможностью изгибания в ответ на осевое перемещение наружного корпуса относительно пробной массы. Кроме того, сейсмический датчик включает в себя сенсорный узел, расположенный во внутренней полости и расположенный по оси между

пробной массой и нижним концом наружного корпуса. Сенсорный узел включает в себя электропроводный корпус датчика и электроизолирующий держатель, расположенный в корпусе датчика. Держатель включает в себя выемку. Кроме того, сенсорный узел включает в себя сенсорный элемент, расположенный в выемке держателя. Датчик содержит пьезоэлектрический элемент и при этом сенсорный элемент электрически изолирован от корпуса датчика держателем.

[06] Дальнейшие варианты осуществления, раскрытые в этой заявке, относятся к способу изготовления сейсмического датчика. Согласно варианту осуществления способ включает в себя (а) вставление сенсорного элемента в выемку электроизолирующего держателя, (b) заключение держателя и сенсорного элемента в электропроводный корпус датчика после (а) и (с) сцепление корпуса датчика с концом носителя после (b). Кроме того, способ включает в себя (d) подвешивание пробной массы в носителе посредством множества поджимающих элементов. Кроме того, способ включает в себя (е) вставление носителя, корпуса датчика и пробной массы в наружный корпус после (с) и (d) так, чтобы сенсорный элемент отклонялся при перемещении носителя относительно пробной массы.

[07] Варианты осуществления, описанные в этой заявке, содержат сочетание признаков и характеристик, предназначенных для исключения различных недостатков, связанных с известными предшествующими устройствами, системами и способами. Признаки и технические характеристики раскрытых вариантов осуществления широко изложены выше для лучшего понимания подробного описания, которое следует ниже. Различные характеристики и признаки, описанные выше, а также и другие, станут без труда очевидными для специалистов в данной области техники при чтении нижеследующего подробного описания с обращением к сопровождающим чертежам. Следует понимать, что концепцию и раскрытые конкретные варианты осуществления можно легко использовать в качестве основы при модификации или проектировании других конструкций, предназначенных для решения таких же задач, для которых предназначены раскрытые варианты осуществления. Кроме того, следует понимать, что такие эквивалентные конструкции не будут отступать от сущности и объема принципов, раскрытых в этой заявке.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[08] Далее, при подробном описании различных примеров вариантов осуществления будет осуществляться обращение к сопровождающим чертежам, на которых:

[09] фиг. 1 - схематичное представление системы сейсмических исследований, предназначенной для разведки подземной формации геологической среды, согласно некоторым вариантам осуществления;

[10] фиг. 2 - перспективное изображение сейсмического датчика согласно варианту осуществления, который может быть использован в системе из фиг. 1 согласно некоторым вариантам осуществления;

[11] фиг. 3 - продольный разрез сейсмического датчика из фиг. 2;

[12] фиг. 4 - перспективное изображение аккумулятора и лапок сейсмического датчика из фиг. 2;

[13] фиг. 5 - перспективное изображение с пространственным разделением деталей сенсорного узла согласно варианту осуществления, который может быть использован в сейсмическом датчике из фиг. 2 согласно некоторым вариантам осуществления;

[14] фиг. 6 - перспективное изображение сенсорного узла из фиг. 5 без покровной пластины;

[15] фиг. 7 - перспективное изображение сенсорного узла из фиг. 5 с установленной покровной пластиной;

[16] фиг. 8 - еще одно перспективное изображение сенсорного узла из фиг. 5;

[17] фиг. 9 - перспективное изображение сенсорного узла из фиг. 5, установленного на носителе сейсмического датчика из фиг. 2;

[18] фиг. 10 - увеличенное перспективное изображение сенсорного узла из фиг. 5, установленного на носителе сейсмического датчика из фиг. 2; и

[19] фиг. 11 - продольный разрез сейсмического датчика из фиг. 2, содержащий детальную информацию о положении и компоновке сенсорного узла из фиг. 5.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[20] Нижеследующее рассмотрение относится к различным примерам вариантов осуществления. Однако специалисту в данной области техники следует понимать, что примеры, раскрытые в этой заявке, имеют широкое применение и что рассмотрение любого варианта осуществления означает только, что он приводится в качестве примера и не означает, что объем раскрытия, включая формулу изобретения, ограничивается этим вариантом осуществления.

[21] Чертежи необязательно выполнены в масштабе. Некоторые детали и компоненты могут быть показаны в увеличенном масштабе или несколько схематично, а некоторые особенности обычных элементов могут не быть показаны ради ясности и краткости.

[22] В нижеследующем рассмотрении и формуле изобретения термины «включающий» и «содержащий» используются в открытой форме и поэтому должны интерпретироваться как означающие «включающий, но не ограниченный...». Кроме того, термин «соединены» или «соединен» предполагается означающим либо косвенное, либо непосредственное соединение. Поэтому, если первое устройство соединено с вторым устройством, это соединение может быть непосредственным соединением двух устройств или косвенным соединением, которое создается через посредство других устройств, компонентов, узлов и соединений. Кроме того, используемые в этой заявке термины «осевой» и «по оси» обычно означают «вдоль или параллельно определенной оси» (например, центральной оси тела или отверстия), тогда как термины «радиальный» и «по радиусу» обычно означают «перпендикулярно к определенной оси». Например, осевое расстояние означает расстояние, измеряемое вдоль или параллельно оси, а радиальное расстояние означает расстояние, измеряемое перпендикулярно к оси. Кроме того,

используемые в этой заявке, в том числе в формуле изобретения, слова «около», «обычно», «по существу», «приблизительно» и т.п. означают «в пределах плюс или минус 10%».

[23] Как ранее описывалось, в течение сейсмических исследований сейсмические источники используют для обнаружения отраженных сейсмических волн, чтобы выявить структуру и состав геологической среды. Сейсмический датчик одного вида основан на способности генерировать электрический сигнал. Например, такие датчики можно конструировать как микроэлектромеханические системы (МЭМС), используя подвергнутый микромеханической обработке кремний с металлическим покрытием, нанесенным на компоненты на противоположных сторонах небольшой и подпружиненной массы с гальваническим покрытием. Эти микроэлектромеханические датчики часто обладают преимуществом, заключающемся в небольшом размере и массе по сравнению с размером и массой геофона с подвижной катушкой. При перемещении микроэлектромеханической пробной массы относительно внешних неподвижных пластин создается переменная емкость, которая обнаруживается как сигнал, пропорциональный ускорению датчика при перемещении. Во время работы электромагнитные помехи от других электромагнитных компонентов как внутри, так и вокруг сейсмического датчика могут влиять на способность микроэлектромеханического датчика создавать качественные данные.

[24] В соответствии с этим варианты осуществления, раскрытые в этой заявке, включают в себя сейсмические датчики, в частности, сейсмические датчики микроэлектромеханического типа, которые включают в себя размещенные в оболочке сенсорные узлы для обеспечения электромагнитного экранирования сенсорного элемента (элементов), помещенного в нем. Согласно по меньшей мере некоторым вариантам осуществления размещенные в оболочке и экранированные сенсорные узлы изолированы (частично или полностью) от любых электромагнитных помех из окружающей среды, так что качество данных может быть повышено (например, по сравнению качеством данных, захватываемых неэкранированным сенсорным узлом). Кроме того, согласно по меньшей мере вариантам осуществления сенсорные узлы, раскрытые в этой заявке, включают в себя электроизолирующий держатель, который позволяет сенсорному элементу (элементам) в сенсорном узле быть отделенными (и поэтому изолированными) от электропроводного наружного корпуса (или экрана) сенсорного узла. Кроме того, без ограничения этим или любой другой теорией сенсорные узлы согласно вариантам осуществления, раскрытые в этой заявке, можно легче изготавливать и собирать, чем другие конструкции сенсорных узлов.

[25] Теперь обратимся к фиг. 1, на которой показано схематичное представление системы 50 сейсмических исследований, предназначенной для исследования формации в геологической среде 51. Как показано на фиг. 1, геологическая среда 51 имеет относительно однородный состав за исключением слоя 52, который может быть, например, породой другого вида по сравнению с остальной частью геологической среды

51. Вследствие этого слой 52 может иметь другую плотность, скорость распространения упругих волн и т.д. по сравнению с остальной частью геологической среды 51.

[26] Система 50 исследований включает в себя сейсмический источник 54, расположенный на земной поверхности 56, и множество сейсмических датчиков 64, 66, 68, сильно связанных с поверхностью 56. Сейсмический источник 54 генерирует и излучает управляемые сейсмические волны 58, 60, 62, которые направляются вниз в геологическую среду 51 и распространяются в геологической среде 51. В общем случае сейсмический источник 54 может быть любым подходящим сейсмическим источником, в том числе, но без ограничения, взрывным сейсмическим источником, сейсмическим вибратором на шасси грузовика и системой ускоренного падения груза, также известной как сейсмический источник типа падающего груза на шасси грузовика. Например, сейсмический источник типа падающего груза на шасси грузовика может ударять о земную поверхность 56 массой «молота», создающего удар, который распространяется в геологической среде 51 как сейсмические волны.

[27] Вследствие других значений плотности слоя 52 и/или скорости распространения упругих волн в нем по сравнению с аналогичными параметрами для остальной части геологической среды 51 сейсмические волны 58, 60, 62 по меньшей мере частично отражаются от поверхности слоя 52. Отраженные сейсмические волны 58', 60', 62' распространяются вверх от слоя 52 к поверхности 56, где они обнаруживаются сейсмическими датчиками 64, 66, 68.

[28] Кроме того, сейсмический источник 54 может возбуждать поверхностные граничные волны 57, которые обычно распространяются вдоль поверхности 56 с относительно небольшими скоростями и обнаруживаются совместно с более глубокими отраженными сейсмическими волнами 58', 60', 62'. Поверхностные граничные волны 57 обычно имеют более значительную амплитуду, чем отраженные сейсмические волны 58', 60', 62', вследствие кумулятивных эффектов энергетических потерь во время распространения отраженных сейсмических волн 58', 60', 62', таких как геометрическое расхождение волнового фронта, потери на границе раздела при распространении волн, низкий коэффициент отражения и поглощение на пути распространения. Кумулятивный эффект от этих потерь, выраженный в виде разности амплитуд между различными волновыми сигналами, регистрируемыми датчиками 64, 66, 68, может иметь величину до 75 дБ, а в отдельных случаях больше чем 100 дБ.

[29] Датчики 64, 66, 68 обнаруживают различные волны 57, 58', 60', 62' и при этом сохраняют и/или передают данные, характеризующие обнаруженные волны 57, 58', 60', 62'. Эти данные можно анализировать, чтобы определять информацию о составе геологической среды 51, такую как местоположение слоя 52.

[30] Хотя система 50 сейсмических исследований показана и описана как поверхностная или наземная система, варианты осуществления, описанные в этой заявке, можно также использовать применительно к сейсмическим исследованиям в переходных зонах (например, в болотистой или торфяной местности, на участках мелкой воды, таких

как прибрежные) и в морских системах сейсмических исследований, когда геологическая среда толщи пород (например, геологическая среда 51) покрыта слоем воды. В морских системах сейсмические датчики (например, сейсмические датчики 64, 66, 68) могут быть расположены в или на морском дне, или в ином случае на или в воде. Кроме того, в таких морских системах могут быть использованы сейсмические источники (например, сейсмические источники 54) иных видов, включая, но без ограничения, воздушные пушки и плазменные источники звука.

[31] Теперь обратимся к фиг. 2 и 3, на которых показан сейсмический датчик 100 согласно варианту осуществления. В общем случае сейсмический датчик 100 можно использовать в любой системе сейсмических исследований. Например, датчик 100 можно использовать в качестве любого одного или нескольких из датчиков 64, 66, 68 системы 50 сейсмических исследований, показанной на фиг. 1 и описанной выше. Хотя датчик 100 можно использовать в наземных или морских системах сейсмических исследований, он особенно подходит для наземных сейсмических исследований. Вообще говоря, сейсмический датчик 100 может включать в себя многочисленные компоненты, аналогичные описанным в патенте США № 10139506, зарегистрированном 12 марта 2015 года, который полностью включен на все случаи в эту заявку путем ссылки.

[32] Согласно этому варианту осуществления сейсмический датчик 100 включает в себя наружный корпус 101, узел 130 катушки индуктивности, расположенный в корпусе 101, носитель 140, расположенный в корпусе 101, и сенсорный узел 180, расположенный в корпусе 101 и соединенный с носителем 140. Корпус 101 имеет центральную или продольную ось 105, первый или верхний конец 101a, второй или нижний конец 101b и внутреннюю камеру или полость 102. Концы 101a, 101b закрыты и внутренняя полость 102 герметизирована и изолирована от среды, окружающей датчик 100, тем самым осуществляется защита чувствительных компонентов, расположенных в корпусе 101, от окружающей среды (например, воды, грязи и т.д.). Кроме того, корпус 101 включает в себя в общем чашеобразный каркас 110 и перевернутую чашеобразную крышку 120, неподвижно прикрепленную к каркасу 110.

[33] Каркас 110 имеет центральную или продольную ось 115, которая коаксиально совмещена с осью 105, первый или верхний конец 110a и второй или нижний конец 110b, определяющий нижний конец 101b корпуса 101. Кроме того, каркас 110 включает в себя основание 111 на нижнем конце 110b и трубчатый стакан 112, продолжающийся в осевом направлении вверх от основания 111 к верхнему концу 110a. Основание 111 закрывает стакан 112 на нижнем конце 110b; однако стакан 112 и каркас 110 открыты на верхнем конце 110a. В результате каркас 110 включает в себя приемник 113, продолжающийся по оси от верхнего конца 110a до основания 111. Приемник 113 образует часть внутренней полости 102 корпуса 101.

[34] В этом варианте осуществления каркас 110 наружного корпуса 101 включает в себя пару соединителей 118a, 118b. Соединитель 118a предусмотрен на основании 111 и соединитель 118b предусмотрен вдоль стакана 112. Соединитель 118a включает в себя

прямоугольное сквозное отверстие 119а, продолжающееся по радиусу через него, и отверстие 119b, продолжающееся по оси от нижнего конца 110b до сквозного отверстия 119а. Отверстие 119b снабжено внутренней резьбой и в него ввинчивается снабженный наружной резьбой конец штыря (непоказанного), используемого для прикрепления датчика 100 к грунту во время выполнения операций сейсмических исследований. Сквозное отверстие 119а позволяет, например, прикреплять канат или что-либо подобное (непоказанное) к датчику 100 при разворачивании. В частности, канат может быть сложен вдвое и введен в сквозное отверстие 119а. Поэтому отверстие 119а имеет ширину, равную по меньшей мере двум диаметрам каната. Петлю, образуемую участком сложенного каната, пропускают через отверстие 119а и затем располагают вокруг датчика 100. Таким образом, множество датчиков 100 можно связывать одним канатом без боковых канатов, крюков или других механизмов, которые могут усложнять обращение с многочисленными датчиками 100.

[35] Соединитель 118b расположен вдоль наружной стороны стакана 112 вблизи верхнего конца 101а. В общем случае соединитель 118b обеспечивает альтернативное место соединения для удержания датчика 100 во время разворачивания и подбора. В этом варианте осуществления соединитель 118b представляет собой визуальный соединитель или сквозное отверстие, в котором канат, шнур, крюк, карабин или что-либо подобное можно закреплять с возможностью удаления. Кроме того, соединитель 118b можно использовать способом, применяемым для сквозного отверстия 119а, позволяющим складывать канат вдвое и вводить через отверстие соединителя 118b. Поэтому отверстие соединителя 118b имеет ширину, равную по меньшей мере удвоенному диаметру каната. Затем петлю, образуемую участком сложенного каната, протянутую через отверстие соединителя 118b, можно расположить вокруг датчика 100. Таким способом множество датчиков 100 можно связать одним канатом без боковых канатов, крюков или других механизмов, которые могут усложнять обслуживание многочисленных датчиков. В этом варианте осуществления весь каркас 110 (включая основание 111 и стакан 112) изготовлен литьем под давлением.

[36] Что касается все еще фиг. 2 и 3, то крышка 120 имеет центральную или продольную ось 125, которая коаксиально совмещена с осью 105, первый или верхний конец 120а, определяющий верхний конец 101а корпуса 101, и второй или нижний конец 120b. В этом варианте осуществления крышка 120 имеет обычную форму перевернутой крышки. В частности, крышка 120 включает в себя планарную цилиндрическую верхнюю часть 121 на верхнем конце 120а и трубчатый стакан 122, продолжающийся по оси вниз от верхней части 121 к нижнему концу 120b. Верхняя часть 121 закрывает стакан 122 на верхнем конце 120а; однако стакан 122 и крышка 120 открыты на нижнем конце 120b. В результате крышка 120 включает в себя верхнюю камеру или полость 123, продолжающуюся по оси от нижнего конца 120b до верхней части 121. Кольцевой фланец 126 выступает по радиусу наружу от стакана 122 вблизи нижнего конца 120b.

[37] Крышка 120 неподвижно прикреплена к каркасу 110 так, что крышка 120

коаксиально совмещена с каркасом 110, при этом нижний конец 120b крышки 120 расположен на верхнем конце 110a каркаса 110 и верхний конец 110a каркаса 110 связан с фланцем 126. Каркас 110 и крышка 120 имеют такие размеры, что посадка с натягом обеспечивается между нижним концом 120b крышки 120 и верхним концом 110a каркаса 110. В этом варианте осуществления каркас 110 и крышка 120 выполнены из одного и того же материала (поликарбоната) и поэтому могут быть приварены ультразвуком друг к другу для неподвижного прикрепления крышки 120 к каркасу 110. Более конкретно, как показано на фиг. 3, кольцевое ультразвуковое сварное соединение $W_{110-120}$ образовано между радиально противоположной внешней поверхностью и радиально внутренней поверхностью стаканов 122, 112, соответственно, на концах 120b, 110a. Сварное соединение $W_{110-120}$ определяет кольцевое уплотнение между крышкой 120 и каркасом 110, которое предотвращает (или по меньшей мере ограничивает) сообщение по текучей среде между полостями 113, 123 и средой, окружающей датчик 100.

[38] Что касается все еще фиг. 2 и 3, то источник 190 энергии или питания и электронные схемы 195 установлены с возможностью съема на носителе 140 внутри корпуса 101, предпочтительно в полости 113 каркаса 110. В этом варианте осуществления источник 190 питания представляет собой аккумулятор, а электронные схемы 195 представлены в виде схемной платы (например, платы с печатным монтажом). Поэтому источник 190 питания также может называться аккумулятором 190 и электронные схемы 195 также могут называться схемной платой 195. Электронные схемы 195 неподвижно установлены в носителе 140 внутри корпуса 101. Кроме того, аккумулятор 190 расположен с возможностью перемещения в корпусе 101 так, что аккумулятор 190 во время работы может перемещаться по оси относительно корпуса 101 (по оси 105, описанной ниже), носителя 140 и схем 195. Вообще говоря, аккумулятор 190 включает в себя первый или верхний конец 190a и второй или нижний конец 190b, противоположный верхнему концу 190a. Когда аккумулятор 190 вставлен в полость 102 корпуса 101, верхний конец 190a аккумулятора 190 находится намного ближе к верхнему концу 101a, чем нижний конец 101b, и нижний конец 190b аккумулятора 190 намного ближе к нижнему концу 101b, чем верхний конец 101a.

[39] Узел 130 катушки индуктивности используется для индуктивной зарядки аккумулятора 190 с наружной стороны датчика 100 (например, беспроводным способом). В этом варианте осуществления узел 130 катушки установлен в полости 123 крышки 120 и включает в себя цилиндрический стаканый каркас 131 и катушку 136, намотанную вокруг каркаса 131. Катушка 136 электрически соединена со схемной платой 195 проводами или другими подходящими токопроводящими перемычками (непоказанными), которые обеспечивают прохождение тока к схемной плате 195, которая, в свою очередь, заряжает аккумулятор 190 во время выполнения операций зарядки.

[40] Что касается все еще фиг. 2 и 3, то в этом варианте осуществления носитель 140 поддерживает схемную плату 195 и световод 128 в полости 102 наружного корпуса 110. В этом варианте осуществления носитель 140, схемная плата 195 и световод 128

неподвижно прикреплены к наружному корпусу 101 и не перемещаются относительно наружного корпуса 101, однако аккумулятор 190 соединен с носителем 140 с возможностью перемещения и поэтому аккумулятор 190 (который в этой заявке может называться «пробной массой» для сейсмического датчика 100) может перемещаться по оси относительно носителя 140, схемной платы 195, световода 128 и наружного корпуса 101.

[41] Носитель 140 имеет центральную или продольную ось 145, коаксиально совмещенную с осью 105, первый или верхний конец 140а, продолжающийся через узел 130 катушки индуктивности, и второй или нижний конец 140б, прилегающий в осевом направлении к основанию 111. Носитель 140 имеет осевую длину, которая является по существу такой же, как осевая длина полости 102. Таким образом, верхний конец 140а сцеплен с верхней частью 121 крышки 120 и нижний конец 140б расположен напротив сенсорного узла 180, который, в свою очередь, поддерживается основанием 111 каркаса 110. Более конкретно, носитель 140 в осевом направлении сжат крышкой 120 и каркасом 110. В результате перемещение носителя 140 относительно наружного корпуса 110 большей частью ограничено (или предотвращено полностью) во время работы, так что носитель 140 неподвижно закреплен или установлен в корпусе 101.

[42] Что касается все еще фиг. 2 и 3, то носитель 140 включает в себя продолжающуюся по оси внутреннюю выемку или карман 144. Карман 144 ограничен верхней торцевой поверхностью 149, нижней торцевой поверхностью 147 и цилиндрической поверхностью 148, продолжающейся по оси между торцевыми поверхностями 149, 147. Аккумулятор 190 расположен в кармане 144, но не соприкасается с носителем 140. В частности, размеры кармана 144 больше, чем размеры аккумулятора 190 (например, радиус поверхности 148 больше, чем внешний радиус аккумулятора 190, и осевое расстояние между торцевыми поверхностями 149, 147 больше, чем длина аккумулятора 190 между концами 190а, 190б). В этом варианте осуществления аккумулятор 190 ориентирован параллельно совмещенным осям 105, 145, но по радиусу несколько смещен от них. В частности, центральная ось (непоказанная) аккумулятора 190 смещена по радиусу от осей 105, 145 на от около 1,0 до около 1,5 мм.

[43] Что касается теперь в особенности фиг. 3, то носитель 140 также включает в себя выступ 146, который продолжается в основном по радиусу в кармане 144 и который расположен по оси между верхним концом 190а аккумулятора 190 и верхней поверхностью 149. Кроме того, носитель 140 включает в себя первую или верхнюю кольцевую выемку 150 и вторую или нижнюю кольцевую выемку 151. Верхняя кольцевая выемка 150 продолжается по радиусу наружу от цилиндрической поверхности 148 кармана 144 в носителе 140 вблизи верхнего конца 110а каркаса 110, но в осевом направлении ниже выступа 146, а нижняя кольцевая выемка 151 продолжается по радиусу наружу от цилиндрической поверхности 148 кармана 144 вблизи основания 111. Кроме того, носитель 140 включает в себя сквозное отверстие 142, продолжающееся сквозь нижнюю поверхность 147 кармана 144 в направлении, которое в основном параллельно

совмещенным осям 105, 145.

[44] Что касается все еще фиг. 3, то удлиненный криволинейный L-образный световод 128 неподвижно прикреплен к носителю 140, при этом в осевом направлении в основном выше кармана 144 в полости 123 крышки 120. В этом варианте осуществления световод 128 объединен с носителем 140 и монолитно образован вместе с ним. Световод 128 обычно является «L-образным» и поэтому включает в себя первый конец 128а, второй конец 128b и имеет 90-градусный изгиб или угол 129 между концами 128а, 128b. Как будет описано более подробно ниже, световод 128 беспроводным способом осуществляет связь при передаче данных к схемной плате 195 и от нее сквозь верхнюю часть 121. Для содействия прохождению света световод 128 и верхняя часть 121 выполнены из прозрачного материала. В этом варианте осуществления вся крышка 120 (включая верхнюю часть 121 и стакан 122) и световод 128 выполнены из прозрачного поликарбоната.

[45] Теперь обратимся к фиг. 3 и 4, на которых показанный аккумулятор 190 имеет цилиндрическую форму и соединен со схемной платой 195 парой лапок 200. В частности, лапки 200 расположены на концах 190а, 190b аккумулятора 190 и подпружинены для прижатия в осевом направлении аккумулятора 190 между ними (например, по направлению совмещенных осей 105, 145). В этом варианте осуществления лапки 200 выполнены из металла (например, стали, такой как пружинная сталь) и обеспечивают как физическое, так и электрическое соединение между аккумулятором 190 и схемной платой 195. Таким образом, лапки 200 позволяют аккумулятору 190 подводить энергию к схемной плате 195 и обеспечивать выполнение различных функций компонентами платы 195 во время выполнения операций сейсмических исследований и позволяют плате 195 подводить энергию к аккумулятору 190 во время выполнения операций индуктивной зарядки.

[46] В этом варианте осуществления каждая лапка 200 представляет собой упругий полужесткий элемент, с помощью которого аккумулятор 190 поддерживается в кармане 144 носителя 140. Как лучше всего показано на фиг. 4, каждая лапка 200 содержит упругий диск 201, множество зубцов 202, вытянутых по радиусу от диска 201, и соединитель 203, вытянутый по радиусу от диска 201 (например, относительно оси 105, ранее описанной). Соединитель 203 включает в себя вытянутый в осевом направлении выступающий приподнятый горб или выступ 203а (например, по оси 105, ранее описанной). Как лучше всего показано на фиг. 4, диск 201 имеет полуцилиндрическую форму, включающую прямолинейную кромку 201а и полукруговую кромку 201b, продолжающуюся от прямолинейной кромки 201а. Зубцы 202 вытянуты от прямолинейной кромки 201а и соединитель 203 вытянут от полукруговой кромки 201b, противоположной зубцам 202.

[47] Для ясности и дальнейшего пояснения укажем, что лапка 200, связанная с верхним концом 190а аккумулятора 190, может быть названа верхней лапкой 200а и лапка 200, связанная с нижним концом 190b аккумулятора 190, может быть названа нижней

лапкой 200b. В данном случае обычное упоминание «лапки 200» относится как к верхней лапке 200a, так и к нижней лапке 200b. Полукруговая кромка 201b верхней лапки 200a расположена в верхней выемке 150 носителя 140 и полукруговая кромка 201b нижней лапки 200b расположена в нижней выемке 151 носителя 140. Как лучше всего показано на фиг. 3, выступ 203a соединителя 203 на верхней лапке 200a расположен в верхней выемке 150 и выступ 203a соединителя 203 на нижней лапке 200b расположен в нижней выемке 151. Благодаря расположению кромок 201b и соединителей 203 в выемках 250, 252 внешняя периферия лапок 200 сохраняется в основном статической или фиксированной относительно носителя 140 и наружного корпуса 101. В этом варианте осуществления зубцы 202 лапок 200 продолжают сквозь схемную плату 195 и припаяны к ней.

[48] Что касается все еще фиг. 3 и 4, то верхняя лапка 200a включает в себя центральный выступ 208 и множество равномерно разнесенных по окружности сквозных выемок или прорезей 207, расположенных по радиусу между выступом 208 и кромками 201a, 201b. Верхняя лапка 200a ориентирована так, что центральный выступ 208 обращен и продолжается к верхнему концу 190a аккумулятора 190 в осевом направлении (например, по направлению совмещенных осей 105, 145). Кроме того, на выступе 208 образован приемник или выемка 206 на противоположной стороне верхней лапки 200a (например, на стороне верхней лапки 200a, которая отвернута в осевом направлении от верхнего конца 190a аккумулятора 190). Выступ 208 включает в себя усеченную коническую стенку 206 (и поэтому выемка 206 образована в ней), которая продолжается в осевом направлении до плоской конечной стенки 206b. Выступ 208 неподвижно соединен с верхним концом 190a аккумулятора 190. В частности, в этом варианте осуществления конечная стенка 206b приварена точечной сваркой к верхнему концу 190a аккумулятора 190.

[49] Нижняя лапка 200b не имеет выступа 208 и выемки 206, описанных выше для верхней лапки 200a, а вместо них включает в себя цилиндрическую стойку 163, вытянутую по оси от нее (см. фиг. 3). Как лучше всего показано на фиг. 3, цилиндрическая стойка продолжается по оси на расстояние от нижнего конца 190b аккумулятора 190 и через сквозное отверстие 142, когда, как описано выше, нижняя лапка 200b установлена в полости 102. Как будет описано более подробно ниже, стойка 163 может свободно перемещаться по оси в сквозном отверстии 142, когда во время работы наружный корпус 101 и носитель 140 совершают возвратно-поступательное движение по оси относительно аккумулятора 190.

[50] Что касается все еще фиг. 3 и 4, то каждая прорезь 207 в лапках 200 продолжается по оси сквозь соответствующую лапку 200. Кроме того, каждая прорезь 207 проходит по спирали, перемещаясь по радиусу наружу от радиально внутреннего конца вблизи центрального выступа к кромкам 201a, 201b. В этом варианте осуществления предусмотрены четыре прорези 207, при этом каждая пара прилегающих по окружности внутренних концов прорезей 207 имеет угловой шаг 90° вокруг оси 145, каждая пара прилегающих по окружности внешних концов прорезей 207 имеет угловой шаг 90° вокруг

оси 145 и каждая прорезь 207 продолжается на всем протяжении угла спирали, измеряемого вокруг оси 145 между ее концами, составляющего 360°. Радиально внутренние концы прорезей 207 в верхней лапке 200a радиально прилегают к выступу 208 и радиально внутренние концы прорезей 207 в нижней лапке 200b радиально прилегают к стойке 163.

[51] Как описывалось ранее, лапки 200 обеспечивают электрические соединения между аккумулятором 190 и схемной платой 195. Кроме того, лапки 200 функционируют подобно пружинам или поджимающим элементам для подвешивания аккумулятора 190 в кармане 144. В соответствии с этим лапки 200 могут также называться пружинами или поджимающими элементами. В частности, лапки 200 представляют собой упругие гибкие элементы, которые изгибаются и упруго деформируются в ответ на относительное осевое перемещение наружного корпуса 101 и носителя 140 относительно аккумулятора 190. Кроме того, лапки 200 смещают по радиусу аккумулятор 190 в центральное или концентрическое положение в кармане 114, удаленное по радиусу от носителя 140. В частности, наличие спиральных прорезей 207 повышает гибкость лапок 200 в области, вдоль которой прорези 207 расположены, вследствие чего делается возможным относительно легкое изгибание этой области в осевом направлении (кверху и книзу). Кроме того, спиральные прорези 207 повышают гибкость каждой лапки 200 в радиальном направлении. Однако в большинстве случаев спиральные прорези 207 могут несколько препятствовать изгибу лапок 200 в радиальном направлении. Когда осевая нагрузка прикладывается к лапкам 200 носителем 140 или аккумулятором 190, то вследствие относительно высокой степени гибкости лапок 200 в осевом направлении, прорезям 207 обычно предоставляется возможность свободного относительного перемещения по оси между центральным выступом 208 и кромками 201a, 201b верхней лапки 200a и свободного относительного перемещения между стойкой 163 и кромками 201a, 201b нижней лапки 200b. Однако, когда радиальная нагрузка прикладывается к лапкам 200 носителем 140 или аккумулятором 190, то вследствие более ограниченной гибкости в радиальном направлении прорези 207 обычно могут препятствовать некоторому (но не обязательно всему) радиальному перемещению между центральным выступом 208 и кромками 201a, 201b верхней лапки 200a и между стойкой 163 и кромками 201a, 201b нижней лапки 200b. Таким образом, лапки 200 смещают аккумулятор 190 и носитель 140 обратно в по существу коаксиальное совмещение с осями 105, 145 (но при радиальном смещении аккумулятора 190, описанном выше).

[52] Что касается все еще фиг. 3 и 4, то поджимающий элемент 250 установлен в кармане 144 носителя 140 и находится в зацеплении с верхней лапкой 200a. Вообще говоря, поджимающий элемент 250 представляет собой плоскую пружину, которая включает в себя первый конец 250a, второй конец 250b и тело 252, продолжающееся между концами 250a, 250b. Тело 252 включает в себя первый или закрепленный участок 253 и второй или свободный участок 254. Закрепленный участок 253 продолжается от первого конца 250a, а свободный участок 254 продолжается от закрепленного участка 253

до второго конца 250b. Выступ 260 прикреплен к свободному участку 254 поджимающего элемента 250 вблизи второго конца 250b. Как показано на фиг. 3, закрепленный участок 253 расположен вокруг выступа 146 в приемнике 144 так, что свободный участок 254 и выступ 260 вытянуты в общем по оси от выступа 146 к верхней лапке 200a и аккумулятору 190. В частности, выступ 260 смещается в выемку 206 телом 252 для дополнительного осевого прижатия аккумулятора 190 между лапками 200 и поджимающим элементом 250 и для содействия выравниванию между выступом 260, верхней лапкой 200a и аккумулятором 190 в направлении, которое параллельно совмещенным осям 105, 145 и радиально смещено от них. Таким образом, вследствие сцепления между выступом 260 и выемкой 206 аккумулятор 190 может еще больше смещаться к центральному положению в кармане 144, в радиальном направлении относительно совмещенных осей 105, 145.

[53] Что касается теперь фиг. 5-8, то сенсорный узел 300 имеет центральную или продольную ось 305, которая коаксиально совмещена с осью 105 (см., например, фиг. 3). Кроме того, сенсорный узел 300 обычно включает в себя чашку 320, держатель 340, сенсорный элемент 360 и покровную пластину 380, все они расположены или установлены друг над другом вдоль оси 305. Как будет описано более подробно ниже, чашка 320, держатель 340 и покровная пластина 380 функционируют таким образом, что они изолируют сенсорный элемент 360 от электромагнитных помех, которые могут иметься в полости 102 датчика 100. Теперь каждый из конкретных компонентов сенсорного узла 300 будет описан ниже более подробно.

[54] Что касается все еще фиг. 5 и 6, что чашка 320 включает в себя первый конец 320a и второй конец 320b, противоположный первому концу 320a. Кроме того, чашка 320 включает в себя плоскую пластину 322 основания, расположенную на втором конце 320b, ориентированную по радиусу относительно оси 305, и множество сегментов 324 стенки, которые вытянуты по оси от внешней периферии 323 пластины 322 основания до первого конца 320a. Пластина 322 основания и сегменты 324 стенки совместно образуют выемку 325, которая продолжается по оси от первого конца 320a до пластины 322. Как будет описано более подробно ниже, во время работы в выемке 325 помещаются другие компоненты сенсорного узла 300 (например, держатель 340, сенсорный элемент 360, покровная пластина 380 и т.д.).

[55] Кроме того, множество отверстий или вырезов продолжается в выемку 325 сквозь пластину 322 основания и сегменты 324 стенки. В частности, чашка 320 включает в себя множество первых вырезов 326, множество вторых вырезов 327 и множество третьих вырезов 328.

[56] Имеется множество первых вырезов 326, каждый из которых продолжается сквозь соответствующий один из сегментов 322 стенки и на протяжении участка пластины 322 основания на внешней периферии 323. В этом варианте осуществления первые вырезы 326 равномерно разнесены по углу вокруг оси 305. Более конкретно, имеются всего три первых выреза 326, разнесенных по углу друг от друга вокруг оси 305

приблизительно на 120° . Имеется множество вторых вырезов 327, каждый из которых продолжается сквозь соответствующий один из сегментов 324 стенки на пересечении соответствующего сегмента 324 стенки и периферии 323 пластины 322 основания. В этом варианте осуществления вторые вырезы 328 равномерно разнесены по углу вокруг оси 305. Более конкретно, имеются всего два вторых выреза 327, расположенных по радиусу противоположно друг другу (то есть, расположенных друг от друга с разнесением по углу приблизительно на 180°) вокруг оси 305. Имеется множество третьих вырезов 328, каждый из которых продолжается сквозь соответствующий один из сегментов 324 стенки на месте, которое отнесено по оси от периферии 323. В этом варианте осуществления третьи вырезы 328 равномерно разнесены по углу вокруг оси 305. Более конкретно, имеются всего три третьих выреза 328, разнесенных друг от друга по углу вокруг оси 305 приблизительно на 120° .

[57] Чашка 320 содержит проводящий материал (например, металл). В некоторых конкретных вариантах осуществления чашка 320 может содержать, например, сталь, алюминий, медь и т.д. Как будет описано более подробно ниже, чашка 320 выполнена с возможностью отведения электрического тока и/или помех от сенсорного элемента 360 во время работы с тем, чтобы улучшить работу его. Кроме того, в этом варианте осуществления сегменты 324 стенки образованы монолитно с пластиной 322 основания и поэтому каждый из них содержит один и тот же материал. Однако следует понимать, что в других вариантах осуществления сегменты 324 стенки и пластина 322 основания могут быть образованы как отдельные детали или элементы, которые соединены или связаны друг с другом.

[58] Что касается все еще фиг. 5-8, то держатель 340 включает в себя первый конец 340a и второй конец 340b, противоположный первому концу 340a. Кроме того, держатель 340 включает в себя плоское основание 342 на втором конце 340b, которое ориентировано по радиусу относительно оси 305, и кольцевую стенку 344, продолжающуюся по оси от основания 342 до первого конца 340a. В частности, стенка 344 продолжается по оси от внешней периферии 323 основания 322 и включает в себя верхний плоский кольцевой заплечик или поверхность 341 на первом конце 340a. Основание 342 и стенка 344 совместно образуют выемку 345, которая продолжается по оси от первого конца 340a до основания 342. Как будет описано более подробно ниже, во время работы в выемке 345 помещается сенсорный элемент 360.

[59] Пара выступов 350 продолжается по радиусу наружу от стенки 344 и пара продолжающихся по оси выемок 352 продолжается по оси внутрь к стенке 344 от кольцевой поверхности 341 до выступов 350. В этом варианте осуществления каждый из выступов 350 и соответствующая выемка 352 являются радиально противоположными (то есть, расположенными друг от друга вокруг оси 305 со сдвигом приблизительно 180°).

[60] Кроме того, держатель 340 включает в себя приемник 348, расположенный вдоль стенки 344. В частности, приемник 348 продолжается по оси вверх от кольцевой стенки 341 и включает в себя пару прорезей 347. Как будет описано более подробно ниже,

прорези 347 выполнены с возможностью размещения в них соответствующих электрических соединителей для электрического соединения сенсорного элемента 360 со схемной платой 195 (см. фиг. 3) во время работы. Кроме того, как лучше всего показано на фиг. 6, держатель 340 также включает в себя удерживающую выемку 349, которая продолжается по радиусу наружу в стенку 344 на приемнике 348.

[61] Как лучше всего показано на фиг. 5, имеется множество вырезов 354, каждый из которых продолжается в выемку 345 сквозь стенку 344 и на протяжении участка пластины 342 основания на внешней периферии 343. В этом варианте осуществления вырезы 354 равномерно разнесены по углу вокруг оси 305. Более конкретно, имеются всего три выреза 354, отнесенных друг от друга по углу вокруг оси 305 на приблизительно 120° .

[62] Держатель 340 содержит электроизоляционный материал (например, полимер, композиционный материал (например, стекловолокно) и т.д.). Как будет описано более подробно ниже, держатель 340 выполнен с возможностью электрической изоляции во время работы сенсорного элемента 360 от других проводящих участков сенсорного узла 300 (например, чашки 320, покровной пластины 380 и т.д.).

[63] Что касается все еще фиг. 5-8, то сенсорный элемент 360 содержит диск или подложку 362, которая включает в себя внешнюю периферию 363. Кроме того, сенсорный элемент 360 включает в себя пьезоэлектрический элемент 364, содержащий один или несколько слоев жесткого пьезоэлектрического керамического материала, расположенного на подложке, которая образует внешнюю периферию 363. В некоторых вариантах осуществления пьезоэлектрический керамический материал содержит цирконат-титанат свинца (ЦТС), который считается дешевым и относительно прочным. Диск 362 может быть электропроводным и в некоторых вариантах осуществления может содержать бериллиевую медь или бронзу. Один или несколько слоев пьезоэлектрического керамического материала элемента 364 может быть присоединен к одному или нескольким слоям подложки (и потенциально расположен между ними) для образования по существу плоского элемента. Во время работы сенсорный элемент 360 может иметь достаточную упругую податливость, чтобы поддерживать пробную массу (например, аккумулятор 190) датчика 100 без разрушения. Кроме того, сенсорный элемент 360 (включая один или несколько слоев пьезоэлектрического керамического материала и подложку) может иметь жесткость на изгиб, которая больше, чем жесткость на изгиб самого пьезоэлектрического керамического материала. В некоторых вариантах осуществления чувствительность и пиковая частота резонанса сенсорного элемента 360 может определяться различными факторами (например, диаметром и толщиной сенсорного элемента 360, в частности, пьезоэлектрического керамического материала, отношением содержания титана к содержанию циркония в пьезоэлектрическом керамическом материале и т.д.).

[64] Покровная пластина 380 включает в себя плоскую пластину 382 основания, которая ориентирована по радиусу относительно оси 305 и которая включает в себя

внешнюю периферию 383. Выемка или паз 385 продолжается по радиусу внутрь от периферии 383. Кроме того, вырез 384 продолжается на протяжении пластины 382 на месте, которое находится на расстоянии от периферии 383, а по радиусу несколько сдвинуто от оси 305.

[65] Множество лапок или выступов продолжают в основном по оси от периферии 383 пластины 382 основания. В частности, пластина 382 основания включает в себя множество первых лапок 387, множество вторых лапок 388 и множество третьих лапок 389. Имеется множество первых лапок 387, каждая из которых продолжается от периферии 383 пластины 382 основания. В этом варианте осуществления первые лапки 387 равномерно разнесены по углу вокруг оси 305. Более конкретно, имеются всего три первые лапки 387, разнесенные друг от друга по углу вокруг оси 305 на приблизительно 120° . Имеется множество вторых лапок 388, каждая из которых также продолжается от периферии 383 пластины 382 основания. В этом варианте осуществления имеются две вторые лапки 388, расположенные на противоположных угловых сторонах выемки 385. В частности, каждая вторая лапка 388 расположена по углу между выемкой 385 и соответствующей одной из первых лапок 387. Имеется множество третьих лапок 389, каждая из которых также продолжается от периферии 383 пластины 382 основания. В этом варианте осуществления имеются две третьи лапки 389, расположенные вдоль периферии 383, обычно на стороне покровной пластины 380, которая по радиусу противоположна выемке 385. Кроме того, лепесток 386 первого соединителя продолжается по оси вверх от стенки или края паза 385.

[66] Покровная пластина 380 содержит проводящий материал, такой как, например, металл. В некоторых конкретных вариантах осуществления покровная пластина 380 может содержать, например, сталь, алюминий, медь и т.д. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления покровная пластина 380 может содержать такой же проводящий материал, какой содержит чашка 320; однако этого может и не быть в других вариантах осуществления. Как будет описано более подробно ниже, покровная пластина 380 выполнена с возможностью отведения во время работы электрического тока и/или помех от сенсорного элемента 360 и в чашку 320 для повышения эффективности работы.

[67] Что касается теперь фиг. 5 и 6, то для образования сенсорного элемента 300 держатель 340 вставляют по оси в выемку 325 чашки 320 до сцепления второго конца 340b с пластиной 322 основания. Кроме того, кольцевую стенку 344 сцепляют со скольжением с сегментами 324 стенки чашки 320, когда держатель 340 вставляют по оси в выемку 325. Кроме того, при расположении в выемке 325 держатель 340 совмещают по углу с чашкой 320 вокруг оси 305 так, чтобы множество вырезов 354 в держателе 340 совместились по углу с множеством первых вырезов 326 в чашке 320. Что касается опять в нескольких словах фиг. 8, то совмещенные вырезы 354, 326 обеспечивают открытые пути продвижения в выемку 345 держателя 340 от второго конца 320b чашки 320.

[68] Что касается опять фиг. 5 и 6, то при вставлении держателя 340 по оси в выемку 325 чашки 320 выступы совмещают с вторыми вырезами 327 в чашке 320 и вводят

в них. В этом варианте осуществления вставление держателя 340 в выемку 325 чашки 320 влечет за собой сцепление со скольжением между выступами 350 и сегментами 324 стенки, несущими вторые вырезы 327, так что эти сегменты 324 стенки деформируются по радиусу наружу от оси 305. После совмещения по оси выступов 350 с вырезами 327 соответствующие сегменты 324 стенки поворачивают по радиусу внутрь с тем, чтобы полностью сцепить выступы 350 на протяжении вырезов 327. В результате после установки таким образом держателя 340 в выемке 325 чашки 320 сцепление между выступами 350 и вторыми вырезами 327 будет предотвращать случайный отвод или поворот держателя 340 из выемки 320 или поворот в нее, соответственно.

[69] Либо до, либо после вставления держателя 340 в выемку 325 чашки 320 сенсорный элемент 360 устанавливают в выемку 325. В частности, сенсорный элемент 360 вставляют в выемку 325 так, что периферию 363 вставляют по радиусу в удерживающую выемку 349 держателя 340. После этого пару электрических выводов или соединителей 370, 371 устанавливают в прорези 347 приемника 348, чтобы образовать электрическое соединение с сенсорным элементом 360 и другими компонентами в датчике 100 (например, со схемной платой 195).

[70] В частности, пара электрических соединителей 370, 371 содержит первый соединитель 370 и второй соединитель 371. Первый соединитель 370 включает в себя центральную основу 372, первый проводящий вывод 374, продолжающийся от основы 372, и второй проводящий вывод 376, продолжающийся от основы 372. Аналогично этому, второй соединитель 371 включает в себя центральную основу 373, первый проводящий вывод 375, продолжающийся от основы 373, и второй проводящий вывод 377, продолжающийся от основы 373. В этом варианте осуществления основа 372 и выводы 373, 376 первого соединителя 370 выполнены из электропроводных материалов (например, металлов), а в некоторых вариантах осуществления могут быть образованы из одного и того же материала (так что, например, основа 372 и выводы 374, 376 первого соединителя 370 могут быть образованы монолитными). Подобным же образом в этом варианте осуществления основа 373 и выводы 375, 377 второго соединителя 371 также выполнены из электропроводных материалов, а в некоторых вариантах осуществления могут быть образованы из одного и того же материала (так что, например, основа 373 и выводы 375, 377 второго соединителя 371 могут быть образованы монолитными). Как лучше всего показано на фиг. 6, основу 372 первого соединителя 370 устанавливают в одну из прорезей 374 приемника 348 так, чтобы второй вывод вошел в зацепление с металлическим диском 362 сенсорного элемента 360 и первый вывод 374 продолжался по оси (в основном) от первого конца 340а держателя 340 через соответствующую прорезь 347. Кроме того, основу 373 второго соединителя 371 устанавливают в другую из прорезей 374 приемника 348 так, чтобы второй вывод 377 вошел в зацепление с пьезоэлектрическим элементом 364 сенсорного элемента 360 и первый вывод 375 продолжался по оси (в основном) от первого конца 340а держателя 340 через соответствующую прорезь 347. В некоторых вариантах осуществления вторые выводы

376, 377 (или некоторый участок их) могут быть припаяны или иным образом гальванически прикреплены к диску 362 и элементу 364, соответственно, сенсорного элемента 360; однако такое соединение не является обязательным. Кроме того, в этом варианте осуществления каждый из выводов 376, 377 соединителей 370, 371, соответственно, смещают в зацепление с сенсорным элементом 360 (особенно с диском 362 и пьезоэлектрическим элементом 364, соответственно). В одном или нескольких вариантах осуществления первый соединитель 370 представляет собой отдельную от второго соединителя 371 деталь. Первый соединитель 370 соединяют с диском 362. Второй соединитель 371 соединяют с элементом 364 посредством второго вывода 377. Путем придания требуемой конфигурации первому соединителю 370 относительно наружной кромки диска 362 качество характеристики пьезоэлектрического элемента 364 сенсорного элемента 360 может быть улучшено. Второй соединитель 371 (как показано на фиг. 6) может включать в себя изгиб для увеличения длины второго соединителя 371. Этим увеличением длины можно повысить гибкость второго соединителя 371, чтобы при деформировании диска 362 образовывалась меньшая сила противодействия, и этим повышением гибкости второго соединителя 371 можно улучшить характеристику датчика.

[71] Что касается теперь фиг. 5-7, то после установки сенсорного элемента 360 и соединителей 370, 371 в держатель 340, как это описывалось выше, покровную пластину 380 также вставляют в выемку 325 чашки 320 до сцепления пластины 382 основания с кольцевой поверхностью 341 на держателе 340. В частности, покровную пластину 380 совмещают по углу с держателем 340 и чашкой 320 так, чтобы паз 385 совместился по углу с приемником 348 и первые лапки 387 совместились по углу с сегментами 324 стенки чашки 320, которые содержат третьи вырезы 328. Еще более конкретно, когда покровную плату 380 продвигают по оси в выемку 325, первые лапки 387 входят в зацепление со скольжением с радиально внутренней поверхностью сегментов 324 стенки, содержащих третьи вырезы 328. Сцепление между первыми лапками 387 и этими соответствующими сегментами 324 стенки влечет за собой отклонение сегментов 324 стенки по радиусу наружу или на расстояние от оси 305 до тех пор, пока первые лапки 387 не совместятся с третьими вырезами 328. После этого лапки 387 помещают на протяжении вырезов 328 так, чтобы соответствующие сегменты 324 стенки повернулись по радиусу внутрь к оси 305, благодаря чему покровная пластина 380 прикрепится к чашке 320. Кроме того, когда покровную пластину 380 устанавливают в выемку 325 чашки 320, как это описывалось выше, вторые лапки 388, и третьи лапки 389, и периферию 383 вводят в зацепление с соответствующими одними из сегментов 324 стенки. Таким образом, после установки в узел 300 покровная пластина 380 оказывается электрически соединенной с чашкой 320 при посредстве контакта между лапками 387, 388, 389 и периферией 383 покровной пластины 380 и сегментов 324 стенки чашки 320.

[72] Соответственно, когда сенсорный узел 300 полностью собран так, как это описано выше, покровная пластина 380 и чашка 320 образуют наружный корпус 310 (или корпус 310 датчика), в котором помещены сенсорный элемент 360 и держатель 340. Кроме

того, сенсорный элемент 360 установлен в корпусе 310 так, что отсутствует контакт между сенсорным элементом 360 (или соединителями 370, 371) и одной из покровной пластины 380 и чашки 320. Точнее, сенсорный элемент 360 и соединители 370, 371 находятся в контакте с держателем 340 в корпусе 310. Поскольку покровная пластина 380 и чашка 320 выполнены из электропроводных материалов, корпус 310 образует электропроводную оболочку вокруг сенсорного элемента 360, которая защищает или экранирует сенсорный элемент 360 от электромагнитных помех, создаваемых за пределами корпуса 310. Иначе говоря, корпус 310 образует так называемую «клетку Фарадея» вокруг сенсорного элемента 360.

[73] Теперь обратимся к фиг. 3 и 9, где после сборки сенсорный узел 300 прикреплен к нижнему концу 140b носителя 140 так, что совместно узел 130 катушки индуктивности, носитель 140, схемная плата 195, сенсорный узел 300, аккумулятор 190 и поджигающие элементы 200, 180 могут быть установлены в наружный корпус 101. В частности, как показано на фиг. 10, третьи лапки 389 на покровной пластине 380 находятся в зацеплении с соответствующими выемками 143, образованными во внешней поверхности носителя 140, вследствие чего, как описывалось выше, сенсорный узел 300 прикреплен к нижнему концу 140b носителя 140. В частности, нижний конец 140b носителя 140 находится в зацеплении с пластиной 382 основания покровной пластины 380.

[74] Что касается опять фиг. 9, когда сенсорный узел 300 установлен на нижнем конце 140b носителя 140, как это описано выше, выводы 374, 375 соединителей 370, 371, соответственно (см. например, фиг. 6), находятся в зацеплении с соответствующими участками или компонентами схемной платы 195 (например, такими как контактные площадки для припаивания на схемной плате 195). Кроме того, в этом варианте осуществления выводы 374, 375 могут быть припаяны к схемной плате 195; однако в других вариантах осуществления выводы 374, 375 просто находятся в контакте со схемной платой 195 во время работы. Таким образом, после того как выводы 374, 375 вошли в зацепление со схемной платой 195 (и припаяны в этом варианте осуществления), сенсорный элемент 360 оказывается электрически соединенным со схемной платой 195. Кроме того, когда сенсорный узел 300 находится в зацеплении с нижним концом 140b носителя 140, соединительная лапка 386 покровной пластины 380 также находится в зацеплении (и, возможно, спаяна) с соответствующим участком или компонентом на схемной плате 195 (например, таким как контактная площадка для припаивания, описанная выше применительно к выводам 374, 375). В этом варианте осуществления соединительная лапка 386 обеспечивает заземляющий контакт для корпуса 310, то есть, электрически соединена с заземлением схемной платы 195. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления все выводы 374, 375, 386 (или некоторые из них) смещены в зацепление со схемной платой 195 (или с контактными площадками из припоя на схемной плате 195).

[75] Таким образом, сенсорный узел 300 может быть собран и электрически

соединен с другими компонентами в сейсмическом датчике 100 (например, со схемной платой 195) относительно легко (например, техническому специалисту нет необходимости производить разводку дополнительных проводов между сенсорным узлом 300 и схемной платой 195 после прикрепления сенсорного узла 300 к нижнему концу 140b носителя 140). Точнее, компоновкой и конструкцией соединителей 370, 371 и соединительной лапки 386 может гарантироваться заданное выравнивание для достижения надлежащего размещения или обеспечения контактов на схемной плате 195, вследствие чего механическое прикрепление сенсорного узла 300 к нижнему концу 140b носителя 140, описанное выше, также способствует осуществлению описанных выше электрических соединений.

[76] Что касается фиг. 11, то, когда сенсорный узел 300 прикрепляют к нижнему концу 140b носителя 140, как это описывалось выше, стойку 163 вставляют через вырез 384 в покровной пластине 380 так, чтобы дистальный конец 163b стойки 163 входит в зацепление с пьезоэлектрическим элементом 364 сенсорного элемента 360. Поэтому, когда стойка 163 перемещается по оси в сквозном отверстии 142 и вырезе 384, дистальный конец 163b передает силы и давление к сенсорному элементу 360, так что элемент 360 (в частности, пьезоэлектрический элемент 364) начинает генерировать электрические сигналы, которые указывают на вибрации, передаваемые к датчику 100 во время работы, что будет описано более подробно ниже.

[77] Что касается теперь фиг. 3 и 11, то после прикрепления сенсорного узла 300 к нижнему концу 140b носителя 140 и тот и другой вводят в полость 102 корпуса 101 так, чтобы нижний конец 320b чашки 320 (в частности, пластина 322 основания) вошел в зацепление с основанием 111. Кроме того, как лучше всего показано на фиг. 11, когда нижний конец 320b чашки 320 в сенсорном узле 300 расположен напротив основания 111, множество внутренних выступов 114, образованных в каркасе 110 корпуса 101, вставляют через совмещенные вырезы 326, 354 и сцепляют непосредственно с сенсорным элементом 360 (в частности, с металлическим диском 362). Таким образом, после того как носитель 140 и сенсорный узел 300 установлены в полости 102 корпуса 101, сенсорный элемент 360 оказывается подвешенным по оси и по радиусу в выемке 345 и не имеет непосредственного контакта с держателем 340. Точнее, сенсорный элемент 360 находится в непосредственном контакте с корпусом 101 посредством выступов 114. Хотя это конкретно не показано на фиг. 11, в этом варианте осуществления имеются в сумме три выступа 114, которые в основном совмещены с вырезами 326, 354 сенсорного узла 300.

[78] Что касается теперь фиг. 2, 3 и 11, то во время сейсмических исследований множество датчиков 100 связывают с земной поверхностью (например, вместо датчиков 64, 66, 68 в системе 50, показанной на фиг. 1). Например, каждый датчик 100 может быть прикреплен к штырю, который продвигают в грунт. В ином случае весь датчик 100 может быть закопан в грунт или помещен на глубине в шпуре. Независимо от того, каким образом датчики 100 связывают с грунтом, каждый датчик 100 предпочтительно располагать, ориентируя ось 105, как правило, в вертикальном направлении (например, совмещая с направлением гравитационной силы).

[79] Вступление продольной сейсмической волны вызывает перемещение, в основном в вертикальном направлении, наружного корпуса 101 и компонентов, неподвижно соединенных с ним (например, узла 130 катушки, носителя 140, схемной платы 195, световода 129 и т.д.). Инертность пробной массы (которая, как описывалось ранее выше, в этом варианте осуществления содержит аккумулятор 190) в наружном корпусе 101 является причиной возникновения сопротивления перемещению пробной массы при смещении наружного корпуса 101 и носителя 140, и следовательно, наружный корпус 101 и носитель 140 совершают возвратно-поступательное движение по оси относительно пробной массы в пределах, позволяемых лапками 200 и поджимающим элементом 250. Это перемещение вызывает изгиб или отклонение лапок 200 и свободного участка 254 (включая сцепляющий элемент 260) поджимающего элемента 250 и нагрузка пробной массы воспринимается сенсорным элементом 360 через посредство стойки 163. Осевое возвратно-поступательное движение наружного корпуса 101 и носителя 140 относительно пробной массы обычно сохраняется пока продольная сейсмическая волна проходит через датчик 100.

[80] Во время осевых возвратно-поступательных движений наружного корпуса 101 и носителя 140 относительно пробной массы сенсорный элемент 360 циклически отклоняется стойкой 163. Как описывалось ранее, когда механическое напряжение прикладывается к сенсорному элементу 360 вследствие деформирования или отклонения стойкой 163, пьезоэлектрический керамический материал пьезоэлектрического элемента 364 образует электрический потенциал (вследствие пьезоэлектрического эффекта). Электрический потенциал передается на схемную плату 195 через выводы 376, 374 первого соединителя 370 и/или выводы 373, 377 второго соединителя 371 (см. фиг. 6). Схемная плата 195 (или компоненты ее) может дискретизировать и сохранять электрический потенциал в запоминающем устройстве в качестве меры амплитуды сейсмической вибрации. Таким образом, во время работы сенсорный элемент 360 образует сигнал, который является указывающим на вертикальное перемещение наружного корпуса 101 относительно пробной массы (например, аккумулятора 190), наводимое сейсмической вибрацией. Данные, сохраняемые в запоминающем устройстве на схемной плате 195, могут быть переданы к внешнему устройству для дальнейшего рассмотрения и анализа (например, как описывалось ранее, по световоду 228 и через верхнюю часть 221).

[81] Как описывалось ранее выше, во время выполнения этих операции сенсорный элемент 360 экранируется от электромагнитных помех проводящим корпусом 310. Такие электромагнитные помехи могут создаваться другими электронными компонентами в датчике 100 (например, аккумулятором 190, узлом 130 катушки индуктивности, схемной платой 195 и т.д.) или источниками, расположенными вне датчика 100 (например, другими электронными компонентами, расположенными вблизи датчика 100 во время сейсмических исследований). Таким образом, путем заключения сенсорного элемента 360 в проводящий корпус 310, как это было описано выше, уровень шума в сигнале,

обусловленного такими электромагнитными помехами, может быть снижен (или исключен полностью). В соответствии с этим качество сейсмических сигналов, собираемых сейсмическими датчиками, раскрытыми в этой заявке (например, датчиком 100), может быть повышено.

[82] Хотя были показаны и описаны примеры вариантов осуществления, модификации их могут быть сделаны специалистом в данной области техники без отступления от объема или идей, представленных в этой заявке. Варианты осуществления, описанные в этой заявке, являются только примерными и не ограничивающими. Возможны многочисленные варианты и модификации систем, устройств и процессов, описанных в этой заявке, и они находятся в объеме раскрытия. В соответствии с этим объем защиты не ограничен вариантами осуществления, описанными в этой заявке, а ограничен только формулой изобретения, которая следует ниже, в объем которой должны включаться все эквиваленты предмета изобретения. Если прямо не указано иное, этапы способа в формуле изобретения могут быть выполнены в любом порядке. Перечисление идентификаторов, таких как (a), (b), (c) или (1), (2), (3), перед этапами способа в формуле изобретения не подразумевает наличия точного определения конкретного порядка этапов, а точнее, предназначено для упрощения последовательного обращения к таким этапам.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Сенсорный узел для сейсмического датчика, содержащий:
электропроводный наружный корпус;
электроизолирующий держатель, расположенный в наружном корпусе, при этом держатель содержит выемку; и
сенсорный элемент, расположенный в выемке держателя, при этом сенсорный элемент электрически изолирован от наружного корпуса держателем.
2. Сенсорный узел по п. 1, в котором держатель содержит приемник; и где сенсорный узел кроме того содержит соединитель, содержащий основу, помещенную в приемник; первый электропроводный вывод, продолжающийся за пределы наружного корпуса; и второй электропроводный вывод, соединенный с сенсорным элементом.
3. Сенсорный узел по п. 2, в котором наружный корпус содержит:
чашку, включающую пластину основания и множество сегментов стенки, при этом множество сегментов стенки продолжаются от периферии пластины основания в осевом направлении в соответствии с центральной осью сенсорного узла; и
покровную пластину, включающую множество лапок, при этом множество лапок продолжаются от периферии покровной пластины;
в котором множество лапок и периферия покровной платы находятся в зацеплении с множеством сегментов стенки чашки и в котором чашка и покровная пластина содержат электропроводный материал.
4. Сенсорный узел по п. 3, в котором покровная пластина содержит продолжающийся по радиусу паз в периферии покровной пластины и в котором приемник держателя помещен на протяжении паза покровной пластины.
5. Сенсорный узел по п. 4, в котором покровная пластина включает в себя первый вырез, продолжающийся в выемку держателя.
6. Сенсорный узел по п. 5, в котором чашка включает в себя множество вторых вырезов и в котором держатель содержит множество третьих вырезов, которые по углу совмещены с множеством вторых вырезов вокруг центральной оси для раскрытия выемки держателя.
7. Сенсорный узел по п. 1, в котором держатель содержит основание, кольцевую стенку, продолжающуюся по оси от основания, при этом основание и кольцевая стенка образуют выемку, и удерживающую выемку, продолжающуюся по радиусу в кольцевую стенку, при этом часть сенсорного элемента помещена в удерживающей выемке.
8. Сенсорный узел по п. 1, в котором сенсорный элемент содержит пьезоэлектрический элемент.
9. Сейсмический датчик, содержащий:
наружный корпус, имеющий центральную ось, верхний конец, нижний конец и внутреннюю полость;
пробную массу, расположенную с возможностью перемещения во внутренней полости, при этом наружный корпус выполнен с возможностью перемещения по оси

относительно пробной массы;

множество поджимающих элементов, расположенных во внутренней полости и выполненных с возможностью изгибания в ответ на осевое перемещение наружного корпуса относительно пробной массы; и

сенсорный узел, расположенный во внутренней полости и расположенный по оси между пробной массой и нижним концом наружного корпуса, при этом сенсорный узел содержит электропроводный корпус датчика; электроизолирующий держатель, расположенный в корпусе датчика, при этом держатель содержит выемку; и сенсорный элемент, расположенный в выемке держателя, при этом сенсорный элемент содержит пьезоэлектрический элемент и сенсорный элемент электрически изолирован от корпуса датчика держателем.

10. Сейсмический датчик по п. 9, кроме того содержащий стойку, соединенную с нижним концом пробной массы, при этом стойка помещена на протяжении первого выреза в корпусе датчика и находится в зацеплении с пьезоэлектрическим элементом сенсорного элемента.

11. Сейсмический датчик по п. 10, в котором корпус датчика содержит множество вторых вырезов, в котором держатель содержит множество третьих вырезов, которые совмещены с множеством вторых вырезов, и в котором корпус датчика содержит множество выступов во внутренней полости, которые находятся в зацеплении с сенсорным элементом на протяжении множества вторых вырезов, и множество третьих вырезов для подвешивания сенсорного элемента в держателе.

12. Сейсмический датчик по п. 11, в котором корпус датчика содержит чашку, содержащую пластину основания и множество сегментов стенки, при этом множество сегментов стенки вытянуты по оси от периферии пластины основания; и покровную пластину, содержащую множество лапок, в которой множество лапок вытянуты от периферии покровной пластины, в которой множество лапок и периферия покровной пластины находятся в зацеплении с множеством сегментов стенки чашки и при этом чашка и покровная пластина содержат электропроводный материал.

13. Сейсмический датчик по п. 12, в котором покровная пластина содержит первый вырез и в котором чашка содержит множество вторых вырезов.

14. Сейсмический датчик по п. 13, в котором держатель содержит приемник и в котором сенсорный узел кроме того содержит соединитель, содержащий основу, помещенную в приемник; первый электропроводный вывод, который продолжается от наружной стороны каркаса корпуса датчика для контакта со схемной платой во внутренней полости; и второй электропроводный вывод, который продолжается от основы и соединен с пьезоэлектрическим элементом сенсорного элемента.

15. Сейсмический датчик по п. 14, в котором держатель содержит основание, кольцевую стенку, продолжающуюся по оси от основания, в котором основание и кольцевая стенка образуют выемку, и удерживающую выемку, продолжающуюся по радиусу в кольцевую стенку, при этом часть сенсорного элемента помещена в

удерживающую выемку.

16. Сейсмический датчик по п. 15, в котором покровная пластина содержит продолжающийся по радиусу паз в периферии покровной пластины и в котором приемник держателя помещен на протяжении паза покровной пластины.

17. Сейсмический датчик по п. 16, кроме того содержащий носитель, неподвижно соединенный с корпусом датчика и расположенный во внутренней полости, в котором множество поджимающих элементов неподвижно соединены с носителем, в котором пробная масса расположена с возможностью перемещения в носителе и в котором нижний конец носителя находится в зацеплении с покровной пластиной корпуса датчика.

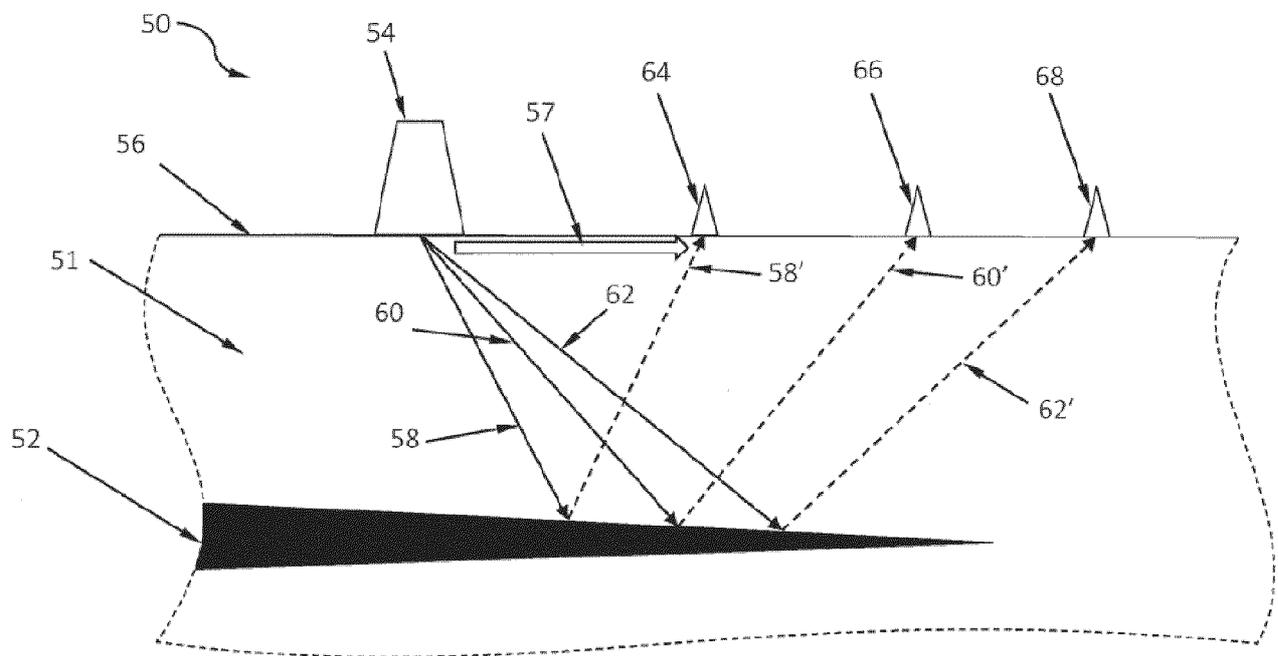
18. Сейсмический датчик по п. 17, в котором по меньшей мере одна из множества лапок покровной пластины находится в зацеплении внутри выемки в носителе.

19. Способ изготовления сейсмического датчика, содержащий этапы, на которых:

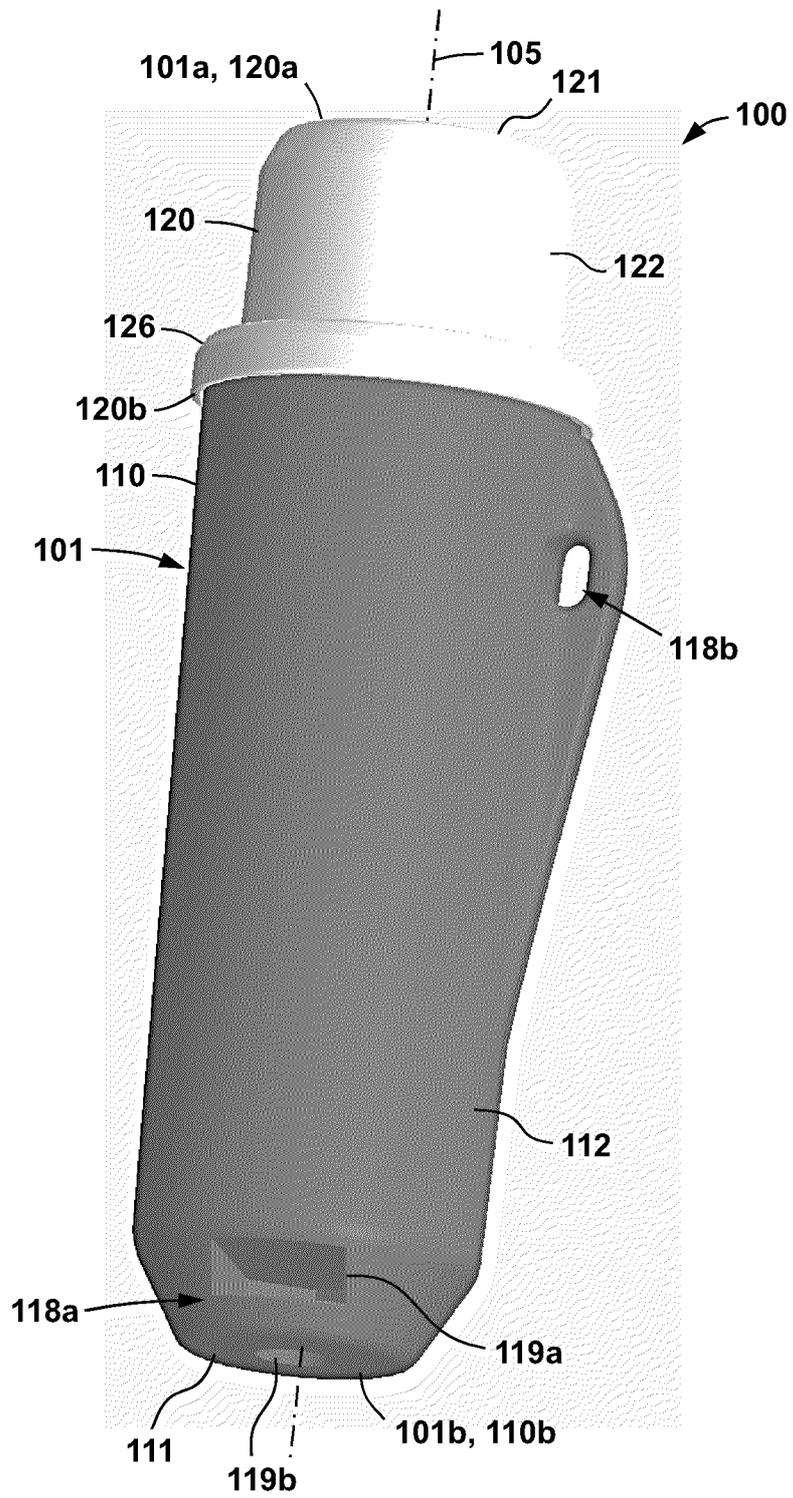
- (a) вставляют сенсорный элемент в выемку электроизолирующего держателя;
- (b) заключают держатель и сенсорный элемент в электропроводный корпус датчика после (a);
- (c) сцепляют корпус датчика с концом носителя после (b);
- (d) подвешивают пробную массу в носителе посредством множества поджимающих элементов; и
- (e) вставляют носитель, корпус датчика и пробную массу в наружный корпус после (c) и (d) так, чтобы сенсорный элемент отклонялся при перемещении носителя относительно пробной массы.

20. Способ по п. 19, содержащий (f) сцепление проводящего вывода со схемной платой, соединенной с носителем в течение (c), при этом того проводящего вывода, который соединен с сенсорным элементом и продолжается от корпуса датчика.

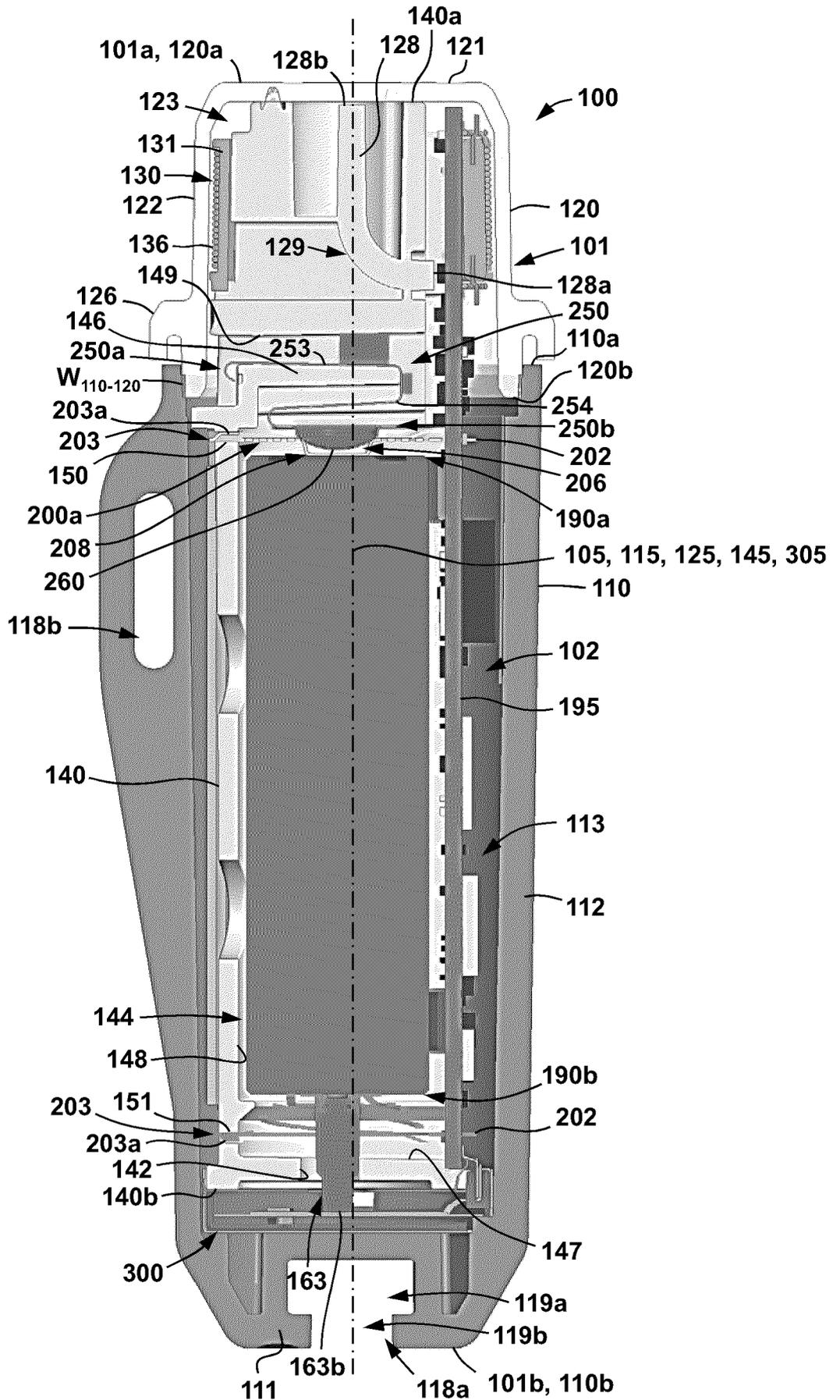
По доверенности



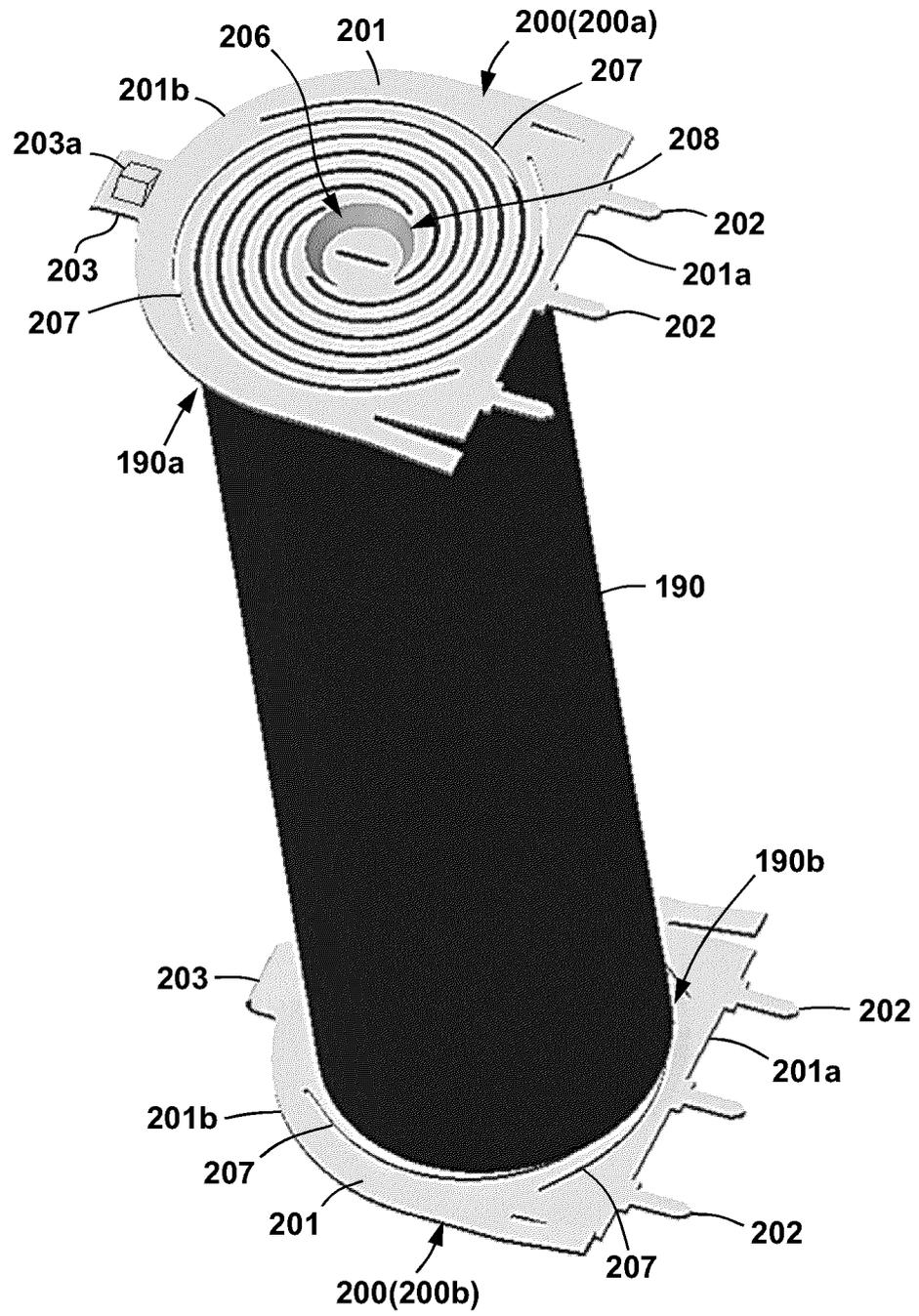
ФИГ. 1



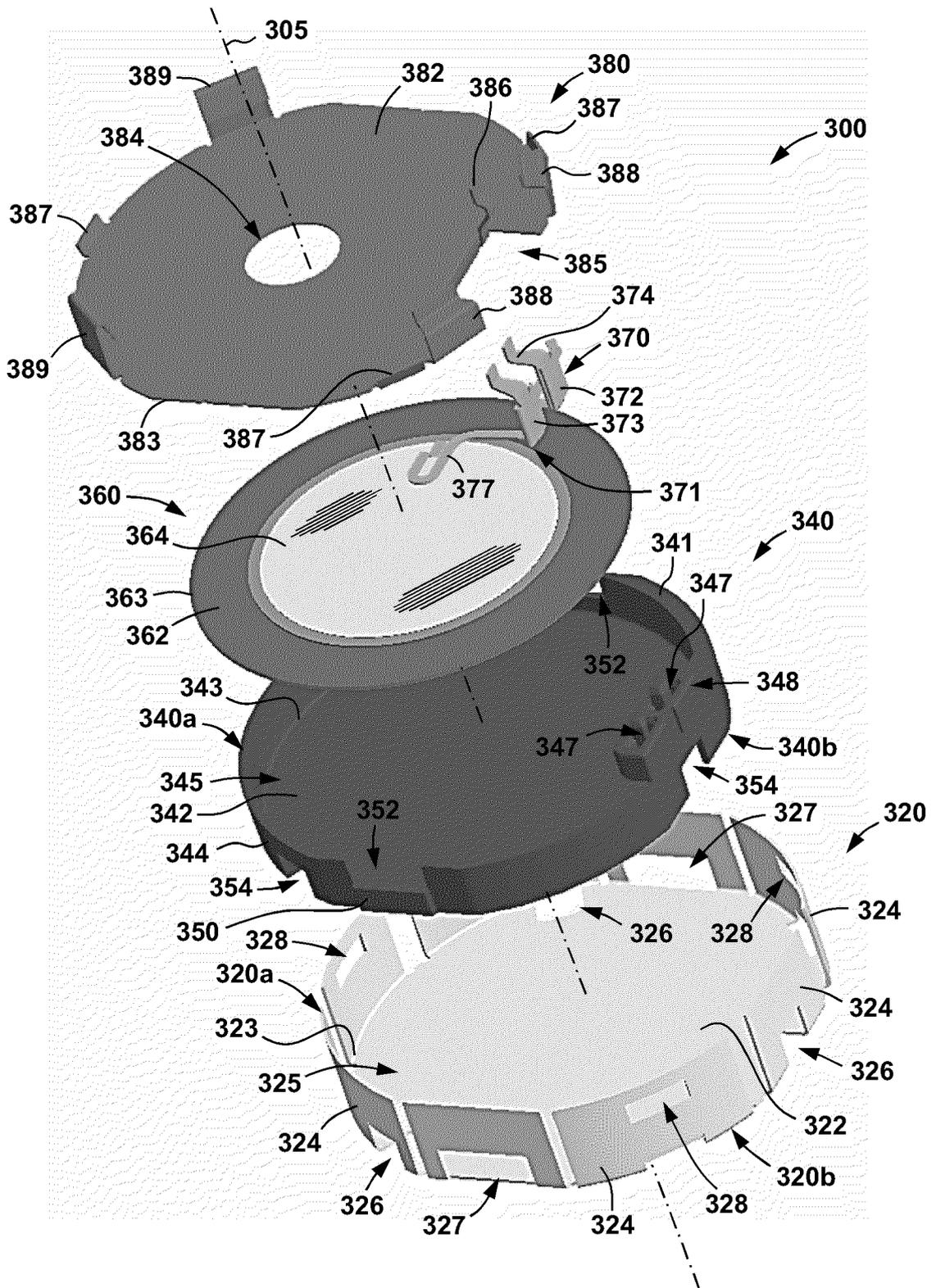
ФИГ. 2



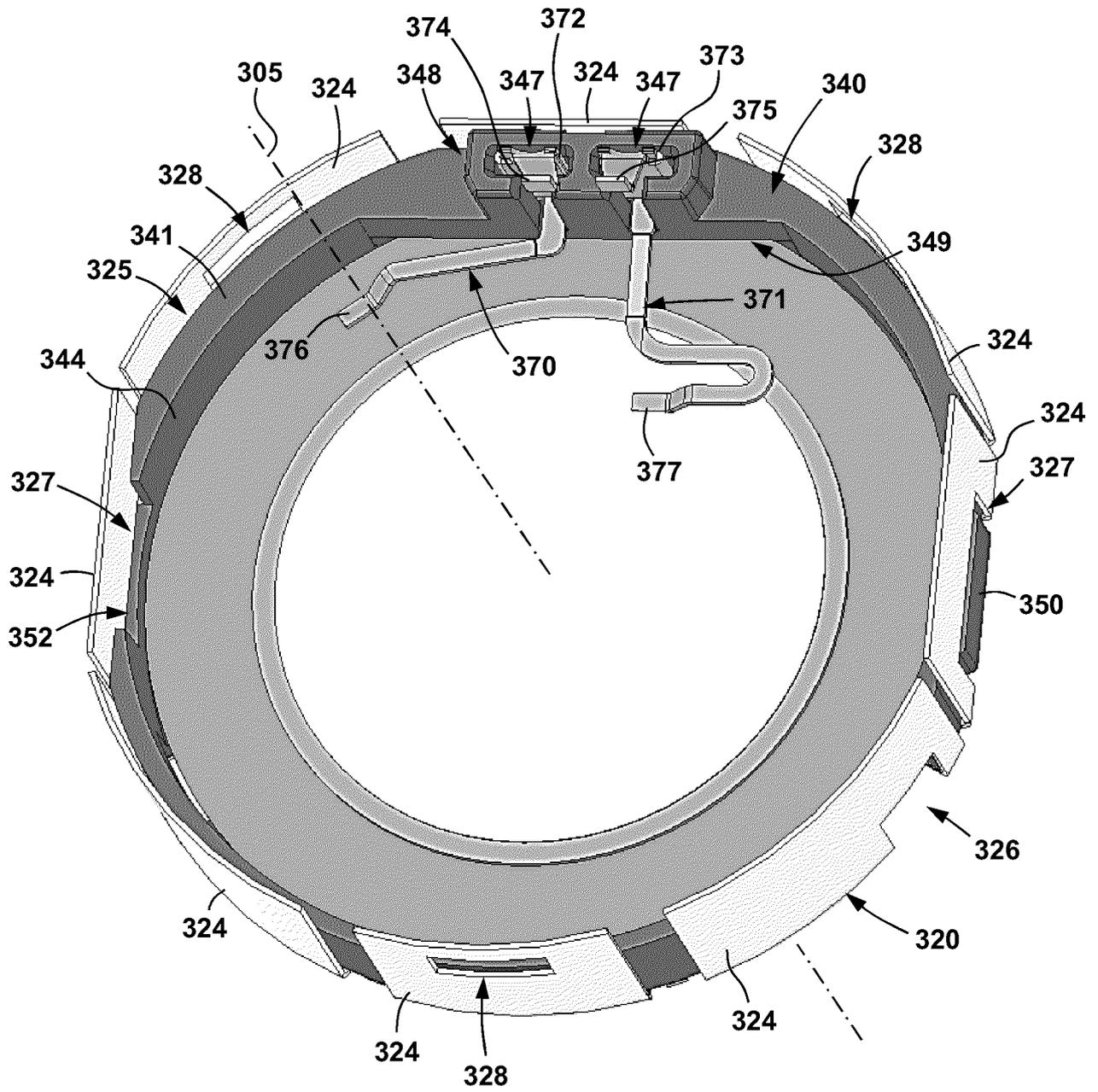
ФИГ. 3



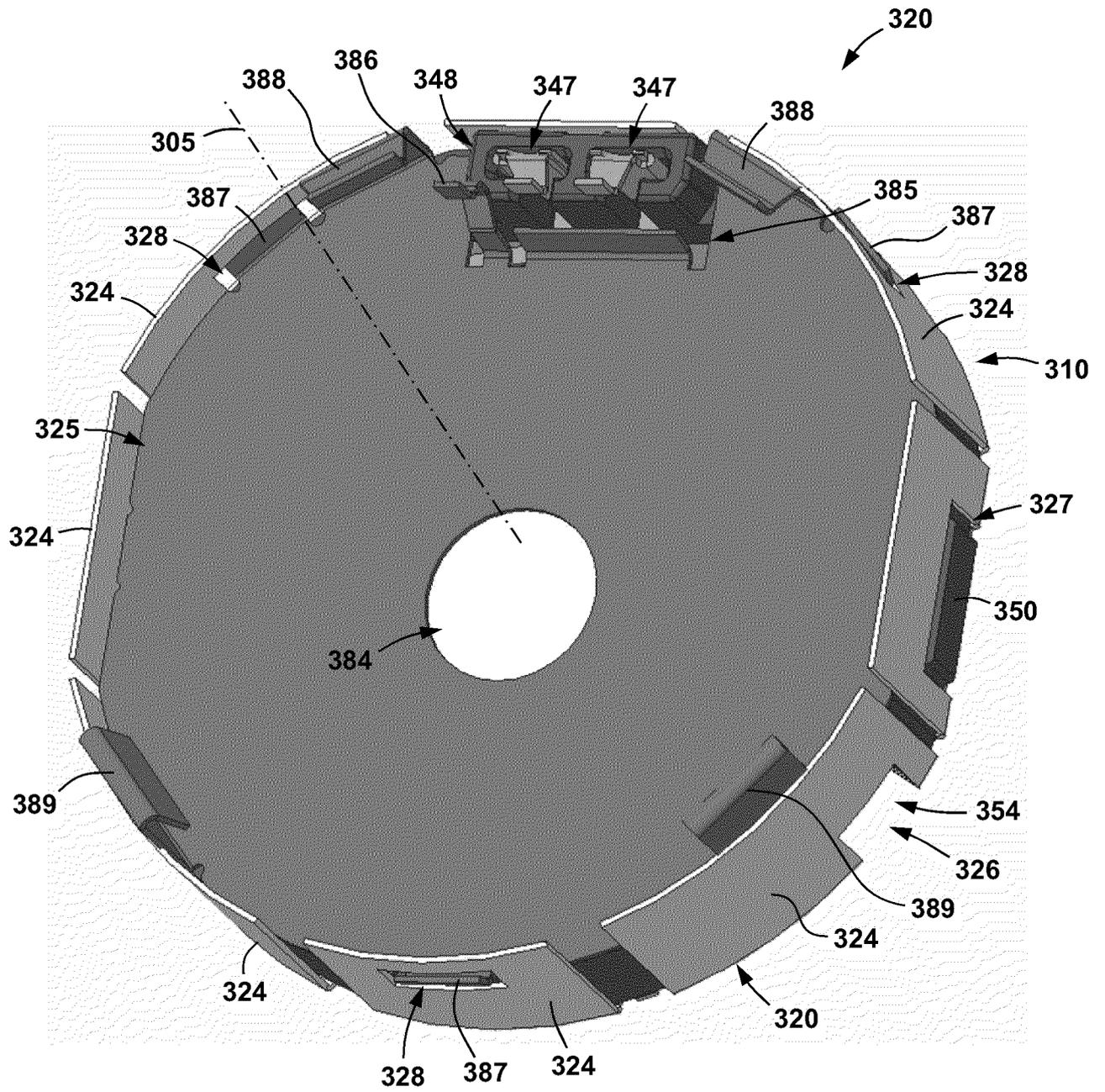
ФИГ. 4



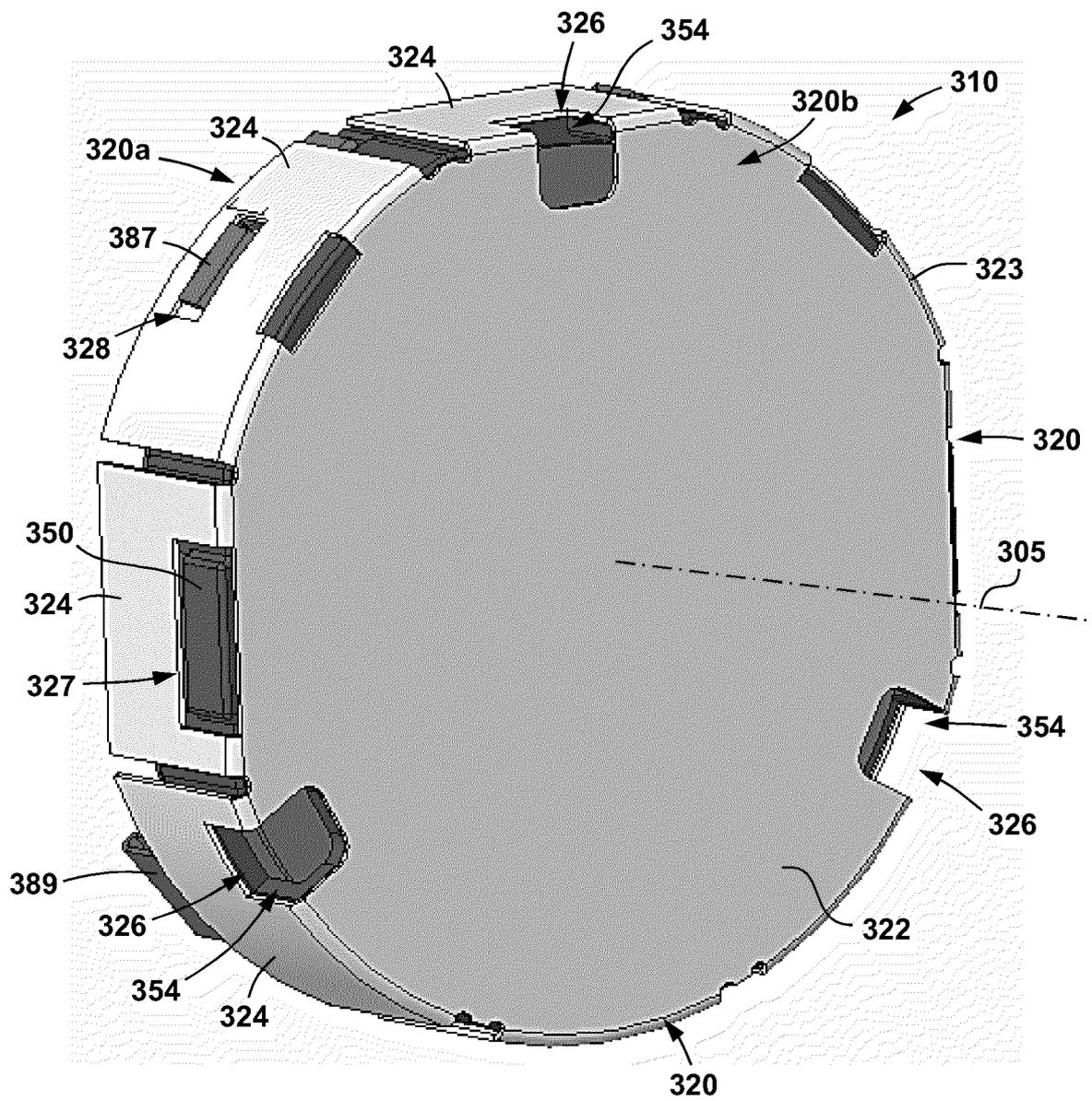
ФИГ. 5



ФИГ. 6

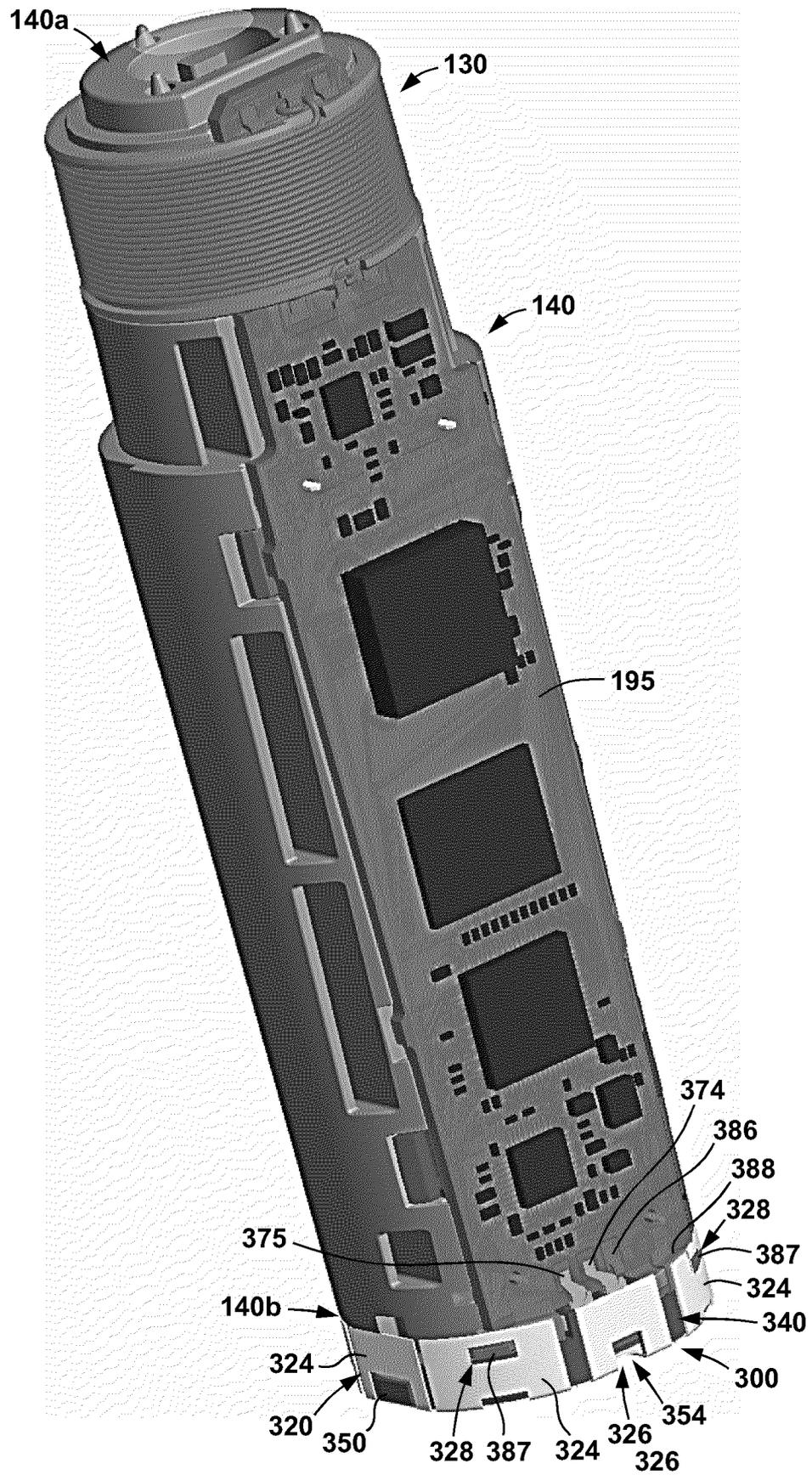


ФИГ. 7

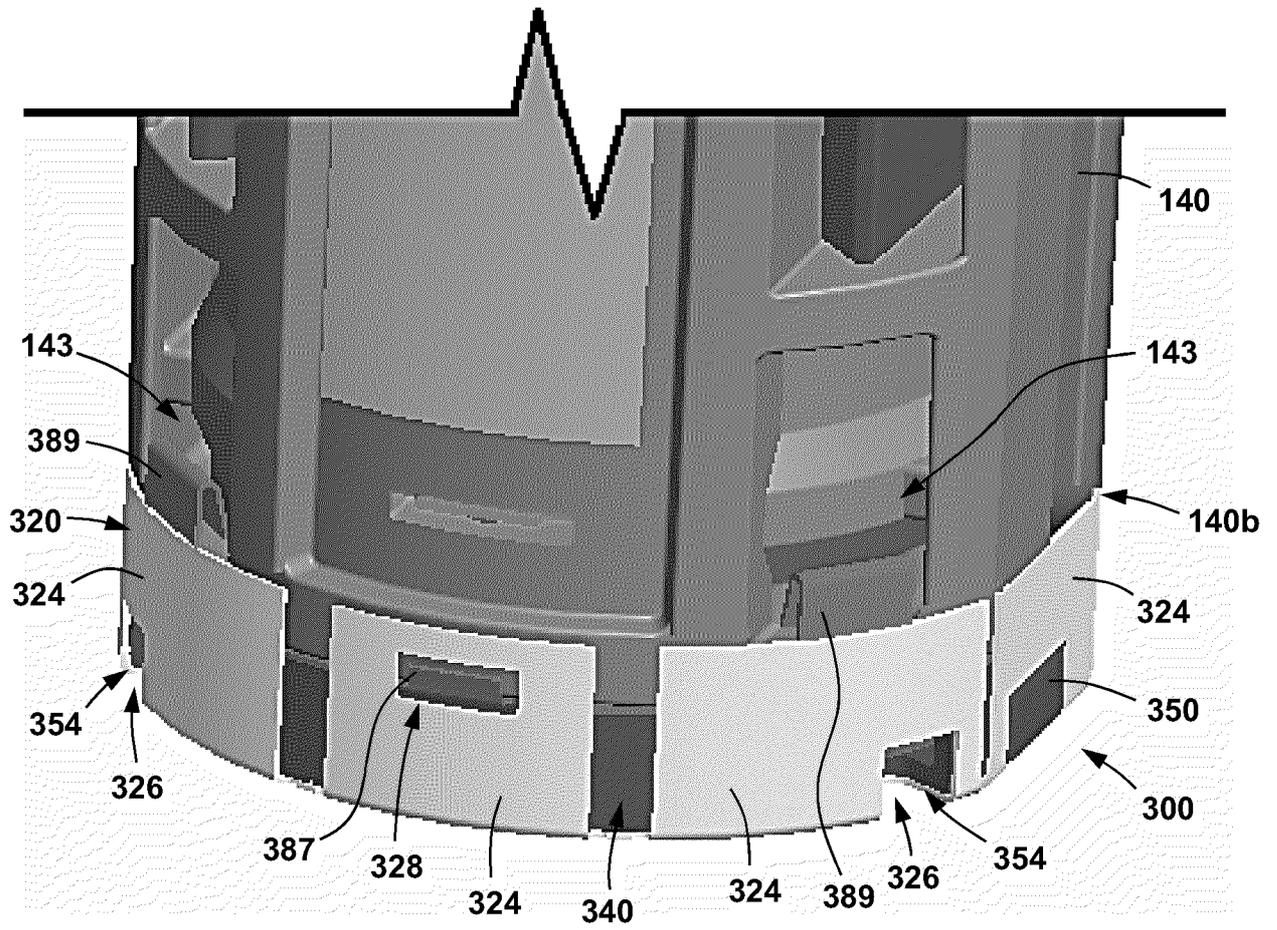


ФИГ. 8

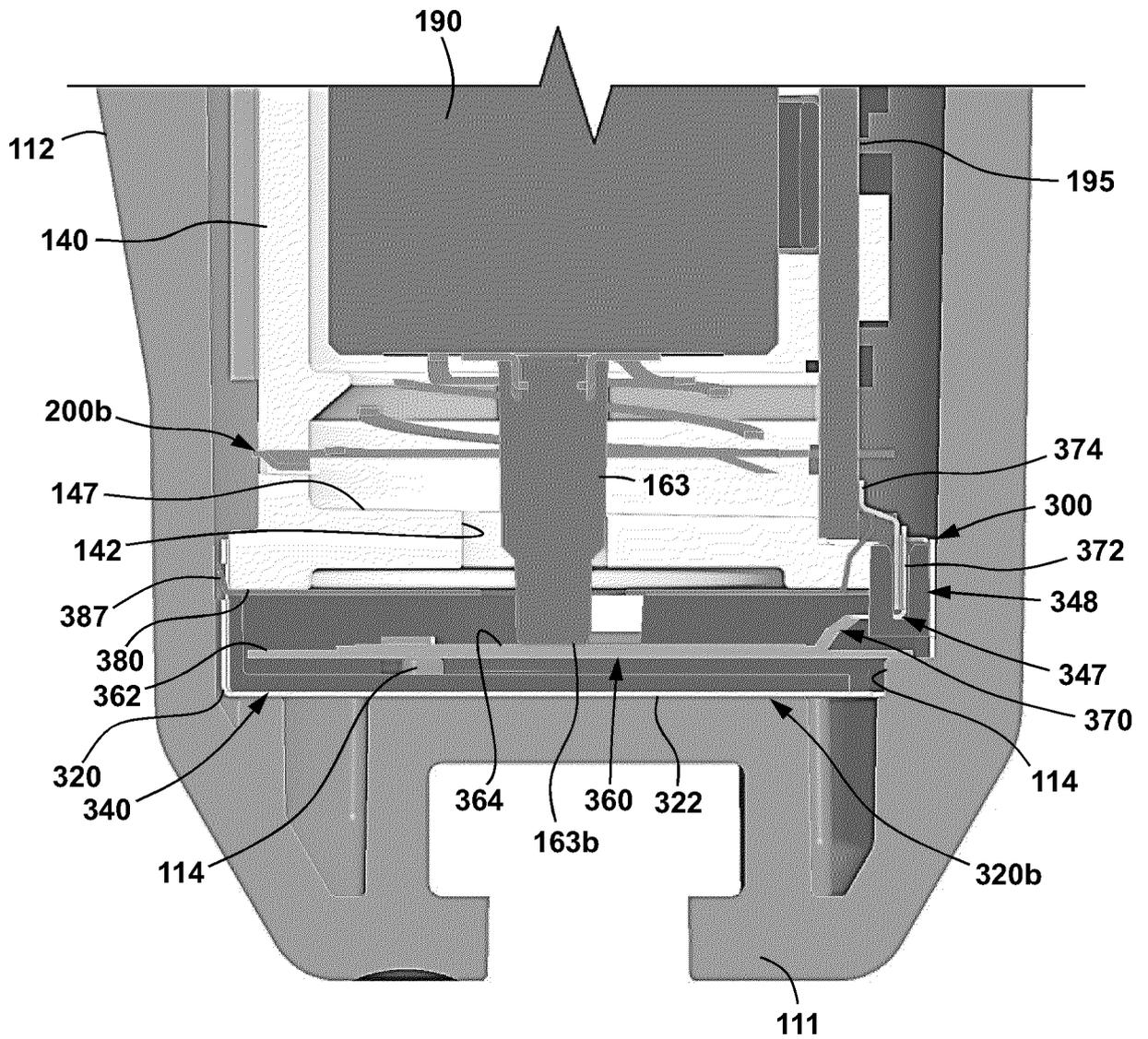
9/11



ФИГ. 9



ФИГ. 10



ФИГ. 11