

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038991**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.11.18

(21) Номер заявки
201692434

(22) Дата подачи заявки
2015.05.29

(51) Int. Cl. **G01N 27/02** (2006.01)
G01N 27/22 (2006.01)
H01F 3/00 (2006.01)

(54) ДАТЧИК ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ И ПОЛНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

(31) 62/004,618; 62/037,187; 14/721,444

(32) 2014.05.29; 2014.08.14; 2015.05.26

(33) US

(43) 2017.05.31

(86) PCT/US2015/033072

(87) WO 2015/184200 2015.12.03

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
P-УОТЕР ЛЛК (US)

(72) Изобретатель:
Резанежад Гатаби Джавад (US)

(74) Представитель:
Виноградов С.Г. (BY)

(56) GB-A-1235646
US-A1-20110248812
U-B2-8373952

(57) Датчик для измерения электропроводимости, предпочтительно имеющий конструкцию с парой магнитных сердечников с обмоточным проводом первичной обмотки, намотанной вокруг общего элемента обоих сердечников, и обмоточным проводом вторичной обмотки вокруг неиспользуемой совместно секции каждого сердечника. Когда часть одного сердечника погружена в жидкость и ток подают на первичную обмотку, измерения, снимаемые на вторичной обмотке, позволяют определить электропроводимость жидкости. Аналогичная конструкция может быть использована для измерения уровня жидкости и определения полного сопротивления.

038991

B1

038991

B1

Предпосылки создания изобретения

Датчики, предназначенные для детектирования и измерения электропроводимости жидкостей, используются для различных целей. Например, в заявке на патент США 11/402,0062 (Guest), предлагается новый способ и устройство для контроля за электролитическими процессами исключительно на основе измерений электропроводимости, а не на основе наиболее общепринятого способа измерений уровня pH или окислительно-восстановительного потенциала продукта, подвергшегося электролизу. В то время как в настоящем изобретении предлагается более простой и более надежный способ контроля за такими процессами, более простой - и, следовательно, явно более надежный - кондуктометрический датчик позволит дополнительно усовершенствовать это новшество, которое также будет обладать большими преимуществами в других областях применения. Существующие датчики характеризуются сложной схемой и сложными измерениями, а также подвержены ухудшению качества функционирования ввиду накопления осадений на поверхностях датчика; кроме того, при их использовании для измерения электропроводимости материалов с низкой электропроводимостью, таких как вода, на приемную катушку поступает исключительно низкое напряжение, в результате чего и без того неточные измерения заглушались фоновым "шумом", создаваемым блуждающими электромагнитными волнами во внешней среде и аналогичными помехами. Настоящее изобретение не обладает ни одним из указанных недостатков.

Краткое изложение существа изобретения

Устройство настоящего изобретения в своей простейшей конструкции состоит из двух соединенных вместе прямоугольных магнитных сердечников, образующих по форме цифру восемь в цифровой индикации. Указанные сердечники в форме цифры восемь снабжены первичной проволоочной обмоткой, намотанной вокруг общего элемента двух сердечников, т.е. вокруг центральной поперечины сердечника в форме цифры восемь, а также двумя вторичными проволоочными обмотками, по одной для каждого сердечника, намотанными вокруг секции конструкции в форме цифры восемь помимо общего элемента. Один сердечник, по меньшей мере частично, погружен в материал или окружен материалом, электропроводимость которого необходимо измерить - целевой материал, - и к первичной обмотке прилагается напряжение, при этом на практике переменный ток является в целом предпочтительным, однако предпочтительным является также использование постоянного тока в определенных областях применения, например в том случае, когда целевые материалы проявляют высокое сопротивление. Измерения проводят с использованием одного из трех способов: либо путем измерения сигнала на вторичной обмотке с помощью усилителя и аналоговых цепей, или путем цифровой обработки и расчетов с использованием программного обеспечения путем измерения дифференциального сигнала на вторичной обмотке с помощью дифференциального усилителя, или путем цифровой обработки и расчетов с использованием программного обеспечения.

Перечень фигур чертежей с пояснением каждой из них

Фиг. 1A, 1B, 1C и 1D - четыре вида двойных сердечников в виде цельного блока, в виде двух единичных сердечников, соединенных вместе, в виде сердечников, состоящих из нескольких сегментов, и сердечников, имеющих непрямоугольную форму.

Фиг. 2 - пример осуществления цельного двойного сердечника с обмотками.

Фиг. 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F, 3G, 3H и 3I - различные примеры осуществления настоящего изобретения, включающие различные конструкции и расположение обмоток, использование магнитных датчиков, примеры осуществления с единичным сердечником и матрицу, в которой используются более двух сердечников.

Фиг. 4 - датчик в соответствии с фиг. 2, при этом один из его сердечников частично окружен целевым материалом, в то время как другой сердечник не окружен таким материалом.

Фиг. 5 - датчик в соответствии с фиг. 2, при этом один из его сердечников частично окружен целевым материалом, в то время как другой сердечник частично окружен другим целевым материалом; на этом рисунке оба целевых материала являются жидкостями.

Фиг. 6 - пример осуществления, в котором жидкость целевого материала направляют по трубопроводу вокруг стенки сердечника.

Фиг. 7 - пример осуществления на фиг. 2 с дополнительной обмоткой на каждом сердечнике, при этом каждая дополнительная обмотка соединена с потенциометром с целью регулирования магнитного потока двух сердечников.

Фиг. 8 - пример осуществления настоящего изобретения для измерения сопротивления в неизвестной цепи с использованием эталонного сопротивления.

Фиг. 9 - использование настоящего изобретения для измерения уровня жидкости.

Фиг. 10 - пример осуществления настоящего изобретения с сердечниками, физически разделенными, не имеющими общего элемента и соединенными только электрически.

Подробное описание изобретения

В своей основной форме настоящее изобретения включает два соединенных вместе магнитных сердечника. Несмотря на то, что указанная форма наиболее просто создается и описывается как пара прямоугольников, соединенных для формирования прямоугольной цифры восемь (фиг. 1A, 1C и 1D), несложно понять, что указанным сердечникам может быть придана различная форма, и нет необходимости выпол-

нять их в форме, идентичной друг другу (фиг. 1В); единственным требованием является то, чтобы каждый из сердечников образовывал замкнутый контур.

Аналогичным образом, в то время как на фиг. 1А показаны два единичных сердечника, плотно сопрягаемых друг с другом, указанные отдельные сердечники также могут состоять из нескольких частей (фиг. 1С).

На практике, если не принимать во внимание требования в отношении специального применения, которое предусматривает обязательное использование сердечников датчиков нестандартной формы или состоящих из нескольких частей, исключительно просто изготовить, использовать и безусловно описать цельный прямоугольный датчик в форме цифры восемь, хотя нетрудно понять, каким образом указанные описания также применимы к другим вариантам.

На фиг. 2 проиллюстрирована основная конструкция и расположение обмоток. Совместная или общая электрическая обмотка L3 намотана вокруг общего элемента, т.е. вокруг поперечины элемента в виде цифры восемь, которая является участком, на котором в примере осуществления с отдельными сердечниками осуществляется сопряжение сердечников. Кроме того, первая отдельная обмотка L1 намотана вокруг определенной части первого сердечника C1 дополнительно к обмотке общего элемента, и вторая отдельная обмотка L2 намотана вокруг определенной части второго сердечника C2 дополнительно к обмотке общего элемента.

Указанная схема электропроводки может представлять собой три отдельные обмотки, как показано на фиг. 2, в этом случае датчик функционирует при погружении одного из сердечников в целевой материал и, опционально, при погружении другого сердечника во второй целевой материал, при этом электрический сигнал подается на общую обмотку L3 и осуществляется измерение дифференциального сигнала показаний на отдельных обмотках L1 и L2 с использованием электронной цепи, снабженной дифференциальным усилителем, или - парадокс данной фразировки понятен - его цифро-аналоговой частью, или путем цифровой обработки и проведением расчета с использованием программного обеспечения.

Схема, описание которой приведено в предыдущем абзаце, также может быть электрически реверсирована: в предпочтительном примере осуществления настоящего изобретения путем подачи двух сигналов, которые не должны быть идентичными, по одному на отдельные обмотки L1 и L2, и путем измерения сигнала на общей обмотке L3. Описание предпочтительного примера осуществления настоящего изобретения приведено в предыдущем абзаце и далее будет приведено описание настоящего примера осуществления настоящего изобретения, хотя несложно понять, каким образом он может быть применен к другим упомянутым примерам осуществления настоящего изобретения.

Полученный сигнал измерения может быть простой амплитудой напряжения или тока, либо фазой напряжения или тока, либо любой комбинацией указанных характеристик, так как все из них позволяют получить полезную информацию об электропроводимости целевого материала. Измерения могут быть проведены либо во временной области, либо в частотной области с использованием дискретного преобразования Фурье (ДПФ) или быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Несмотря на то, что наиболее распространенное применение указанного датчика заключается в измерении электропроводимости жидкостей путем погружения сердечника в жидкость, также существует возможность сформировать или нарастить твердый материал вокруг датчика. Также существует возможность использовать датчик путем подачи жидкого целевого материала по шлангу или трубе или аналогичному трубопроводу, проходящему через путь магнитного потока одного из сердечников, например по шлангу, намотанному вокруг одной из сторон C1, кроме общего элемента, как показано на фиг. 6. Аналогичным образом твердый целевой материал может быть размещен на пути магнитного потока одного из сердечников, например пластиковый стержень, охватывающий одну из сторон C1, кроме общего элемента.

Следует отметить, что настоящее изобретения также может быть использовано в сочетании с известными магнитными датчиками (S1, S2, S3 и т.д.) вместо или дополнительно ко вторичной(ым) обмотке(ам) в качестве приемников сигнала, как показано на фиг. 3D, 3E и 3F. При таком применении, магнитный(е) датчик(и) устанавливаются в отверстиях или зазорах в сердечниках и безусловно отсутствует необходимость располагать передающую обмотку, т.е. обмотку, на которую подается электрический сигнал, на общем элементе, как показано на фиг. 3F, а вместо этого ее можно расположить на стороне, не являющейся общей для сердечников, как показано на фиг. 3D и 3E.

Более того, настоящее изобретение может быть осуществлено с использованием как менее двух, так и более двух магнитных сердечников, как показано на фиг. 3G/3H и фиг. 3I соответственно. Также возможно использовать магнитные датчики вместо приемных обмоток или в сочетании с ними. Несмотря на то, что примеры осуществления как с одним, так и с несколькими сердечниками являются практичными, точность и чувствительность в примере осуществления с одним сердечником обычно снижаются, при этом точность и чувствительность не повышаются в достаточной степени в примерах осуществления с несколькими сердечниками, в результате чего "оптимальным вариантом" и предпочтительным примером осуществления настоящего изобретения является вариант с двумя сердечниками.

Несмотря на то, что в целом наличие общего элемента для сердечников является целесообразным, эффективным и практичным, такой элемент не во всех случаях является абсолютно необходимым. На

фиг. 10 приведен пример осуществления настоящего изобретения с сердечниками, которые физически полностью разделены и соединены только электрически. На фиг. 10 схема проводки аналогична схеме на фиг. 2; тем не менее, как указывалось выше, можно использовать аналоговую или цифровую цепь для управления магнитным потоком обмоток L3-a и L3-b.

Наличие целевого материала на пути магнитного потока одного или обоих сердечников C1 и C2 оказывает воздействие на показание сигнала в сравнении с показанием при отсутствии целевого материала. Также целесообразно уравновесить любые различия базовых характеристик двух сердечников, снабдив один или оба сердечника по меньшей мере одной дополнительной обмоткой, соединенной с резистором переменного сопротивления для регулирования магнитного потока C1 и C2 (см. фиг. 7).

Дополнительная область применения настоящего изобретения заключается в измерении сопротивления, как показано на фиг. 8. В указанном примере осуществления настоящего изобретения эталонный резистор соединяют с обмоткой на одном сердечнике. Целевой материал соединяют с другой обмоткой на другом сердечнике, и его сопротивление будет оказывать влияние на показания на приемных обмотках и(или) магнитных датчиках, обеспечивая проведение расчета сопротивления целевого материала. Аналогичная конструкция может быть использована для измерения дифференциального полного сопротивления двух неизвестных резисторов.

Настоящее изобретение может также быть использовано для измерения уровня жидкости в емкости, как показано на фиг. 9. При таком применении устройства конструкция сердечника частично погружена в жидкость целевого материала, как показано на рисунке, при этом нижний сердечник полностью погружен в жидкость, в то время как, по меньшей мере, часть верхнего сердечника не погружена. Ввиду того, что показания электропроводимости жидкости изменяются по мере снижения ее уровня или повышения, обеспечивается простой расчет уровня. С целью достижения более широкого диапазона измерения уровня, а также обеспечения измерения уровня при почти полном опорожнении емкости предпочтительно, чтобы сердечники были асимметричными, при этом необходимо, чтобы верхний сердечник был длиннее, чем нижний, как показано на фиг. 9. Такая асимметричность может привести к искажению показаний, однако такое искажение может быть компенсировано за счет использования ряда способов, например путем регулирования магнитного потока сердечников, как показано на фиг. 7, путем выполнения стенок нижнего сердечника меньшими по толщине или путем применения корректирующего алгоритма для получения верных показаний.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Датчик для измерения электропроводимости или полного сопротивления испытуемого вещества, при этом датчик, по меньшей мере частично, погружен в такое испытуемое вещество или окружен им, включающий по меньшей мере один магнитный сердечник, при этом каждый сердечник состоит из одного или нескольких элементов, выполненных из магнитного материала, при этом каждый магнитный сердечник образует компонент цепи; проводку первичной обмотки, намотанную вокруг секции по меньшей мере одного магнитного сердечника и соединенную с источником электропитания; по меньшей мере, проводку вторичной обмотки, намотанную вокруг секции по меньшей мере одного магнитного сердечника или по меньшей мере одного магнитного датчика, прикрепленного к магнитному сердечнику или к обоим сердечникам, и электрическое соединение между вторичной обмоткой или магнитным датчиком и измерительным устройством, при этом измерительное устройство измеряет электрический сигнал на такой вторичной обмотке или магнитном датчике с помощью усилителя и аналоговых цепей или путем цифровой обработки и расчетов с использованием программного обеспечения, при этом измерение проводят с использованием дискретного преобразования Фурье или быстрого преобразования Фурье либо в частотной области для нескольких магнитных сердечников с несколькими вторичными обмотками или магнитными датчиками или с теми и другими, соединенными последовательно, при этом электрическое соединение между такими вторичными обмотками или магнитными датчиками или теми и другими выполнено с измерительным устройством, причем устройство, измеряющее дифференциальный сигнал вторичных обмоток с помощью дифференциального усилителя или путем цифровой обработки и расчетов с использованием программного обеспечения, при этом измерение осуществляется с использованием дискретного преобразования Фурье или быстрого преобразования Фурье либо во временной области, либо в частотной области; в котором все указанные измерения осуществляют при поглощении энергии испытуемого вещества.

2. Датчик по п.1, включающий два магнитных сердечника, выполненных из магнитного материала в виде цельного элемента, образующего по форме приблизительно цифру 8.

3. Датчик по п.2, в котором каждый магнитный сердечник имеет дополнительный обмоточный провод, намотанный вокруг его секции и соединенный с потенциометром, обеспечивая уравнивание магнитного потока двух магнитных сердечников.

4. Датчик по п.1, включающий два магнитных сердечника, полностью отделенных друг от друга, в котором, первичная обмотка намотана вокруг секции каждого магнитного сердечника.

5. Датчик по п.1, включающий: два магнитных сердечника, выполненных из магнитного материала

в виде цельного элемента, при этом каждый магнитный сердечник образует компонент цепи и два магнитных сердечника образуют по форме приблизительно цифру 8, таким образом, чтобы два магнитных сердечника имели общую секцию, проводку первичной обмотки, намотанную вокруг общей секции и соединенную с источником электропитания переменного тока, проводку вторичной обмотки, намотанную вокруг секции каждого магнитного сердечника; дополнительный обмоточный провод, намотанный вокруг секции одного магнитного сердечника и соединенный с первым полным сопротивлением, и еще один обмоточный провод, намотанный вокруг секции другого магнитного сердечника и соединенный со вторым полным сопротивлением; и электрическое соединение между концами вторичных обмоток и устройством, измеряющим сигнал на них, в том числе с помощью усилителя и аналоговых цепей, или путем цифровой обработки и расчетов с использованием программного обеспечения, при этом измерение проводят с использованием дискретного преобразования Фурье или быстрого преобразования Фурье либо во временной области, либо в частотной области, и рассчитывающим дифференциальное полное сопротивление, если ни одно из двух полных сопротивлений не известно, и фактическое сопротивление одного полного сопротивления, если другое известно; в котором все указанные измерения осуществляют при поглощении энергии испытуемого вещества.

6. Способ для измерения электропроводимости или полного сопротивления с использованием датчика, включающего по меньшей мере один магнитный сердечник, при этом каждый сердечник состоит из одного или нескольких элементов, выполненных из магнитного материала, при этом каждый магнитный сердечник образует компонент цепи; проводку первичной обмотки, намотанную вокруг секции по меньшей мере одного магнитного сердечника; и, по меньшей мере, проводку вторичной обмотки, намотанную вокруг секции по меньшей мере одного магнитного сердечника или по меньшей мере одного магнитного датчика, прикрепленного к магнитному сердечнику или к обоим, и соединяющий катушку первичной обмотки с источником электропитания; и электрически соединяющий вторичный сердечник или магнитный датчик с измерительным устройством, при этом измерительное устройство измеряет электрический сигнал на такой вторичной обмотке или магнитном датчике с помощью усилителя и аналоговых цепей, или путем цифровой обработки и расчетов с использованием программного обеспечения; или для нескольких магнитных сердечников с несколькими вторичными обмотками или магнитными датчиками или теми и другими, соединенными непоследовательно, электрически соединяющими такие вторичные обмотки или магнитные датчики или те и другие с устройством, измеряющим дифференциальный сигнал вторичной обмотки с помощью дифференциального усилителя или путем цифровой обработки и расчетов с использованием программного обеспечения; при этом измерение проводят с использованием дискретного преобразования Фурье или быстрого преобразования Фурье либо во временной области, либо в частотной области; и, по меньшей мере, частичное погружение датчика в одно или несколько испытуемых веществ или окружение датчика ими и определение электропроводимости одного или нескольких испытуемых веществ на основе полученных таким образом измерений, в котором все указанные измерения осуществляют при поглощении энергии испытуемого вещества.

7. Способ по п.6, при котором датчик включает два магнитных сердечника, выполненных из магнитного материала в виде цельного элемента, образующего по форме приблизительно цифру 8.

8. Способ по п.6, в котором каждый магнитный сердечник имеет дополнительный обмоточный провод, намотанный вокруг его секции и соединенный с потенциометром и дополнительно включающий уравнивание магнитного потока двух магнитных сердечников потенциометрами.

9. Способ по п.6, в котором датчик включает два магнитных сердечника, полностью отделенных друг от друга, при котором первичная обмотка намотана вокруг секции каждого магнитного сердечника.

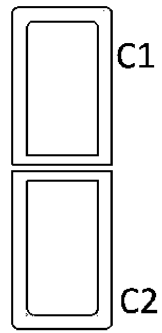
10. Способ по п.6, в котором часть одного магнитного сердечника погружена в испытуемое вещество.

11. Способ по п.10, в котором часть одного магнитного сердечника погружена в испытуемое вещество и часть другого магнитного сердечника погружена в другое испытуемое вещество.

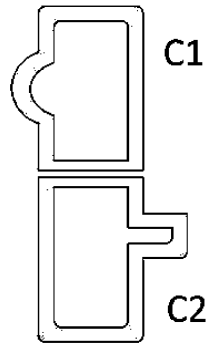
12. Способ по п.6, в котором испытуемое вещество направляют по шлангу или по трубе или по аналогичному трубопроводу, намотанному вокруг секции одного из магнитных сердечников.

13. Способ по п.6, в котором один магнитный сердечник полностью и часть второго магнитного сердечника погружены в испытуемое вещество в емкости, и различающиеся показания активной электропроводности коррелируются с различными уровнями испытуемого вещества, и уровень испытуемого вещества определяют с учетом полученных таким образом измерений.

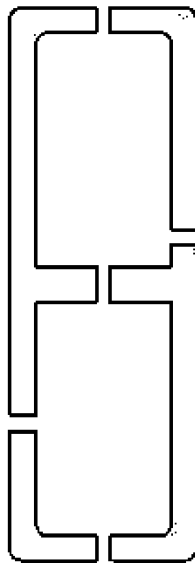
14. Способ по п.6, в котором источник электропитания является источником питания переменного тока, в котором датчик включает дополнительный обмоточный провод, намотанный вокруг секции одного магнитного сердечника и соединенный с первым полным сопротивлением, и дополнительный обмоточный провод, намотанный вокруг секции другого магнитного сердечника и соединенный со вторым полным сопротивлением; и дополнительно включающий устройство, измеряющее сигнал на двух концах вторичных обмоток и рассчитывающее дифференциальное сопротивление, если ни одно из двух полных сопротивлений не известно, и фактическое сопротивление одного полного сопротивления, если другое известно.



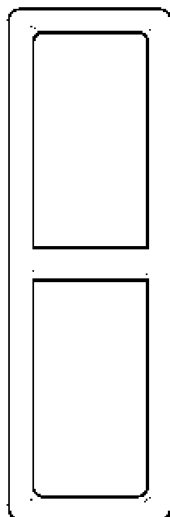
Фиг. 1А



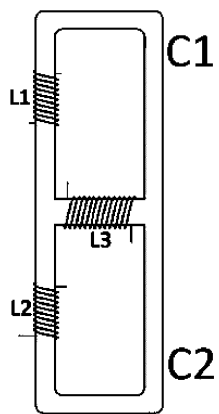
Фиг. 1В



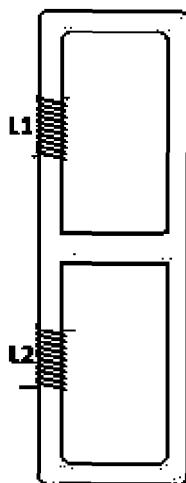
Фиг. 1С



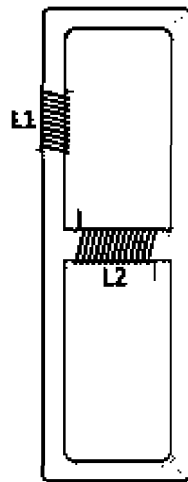
Фиг. 1D



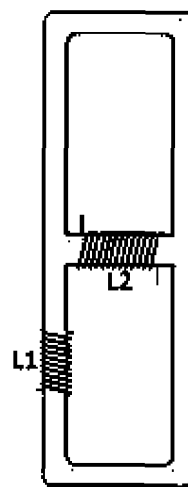
Фиг. 2



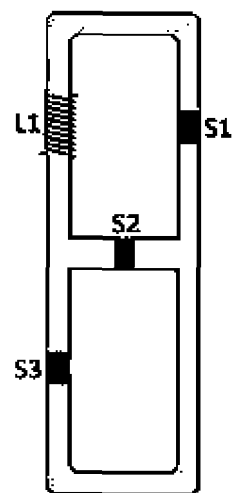
Фиг. 3A



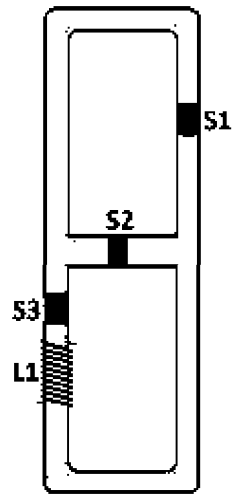
Фиг. 3В



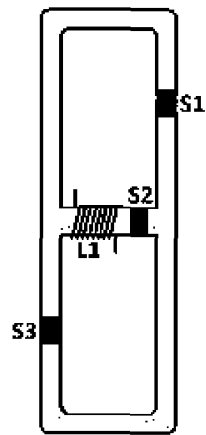
Фиг. 3С



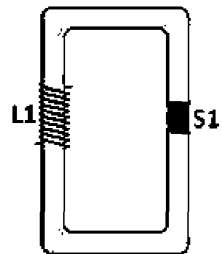
Фиг. 3D



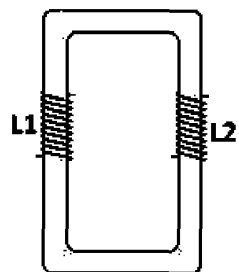
Фиг. 3Е



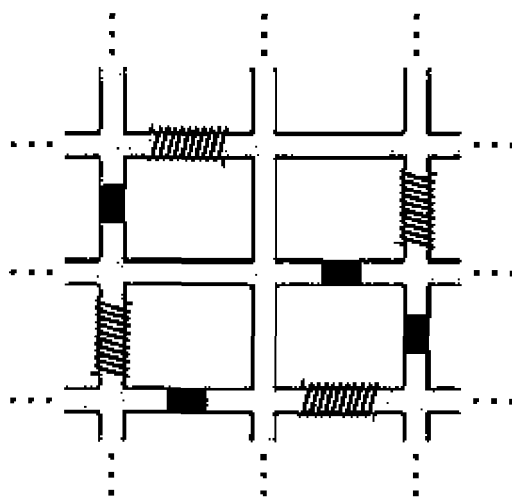
Фиг. 3F



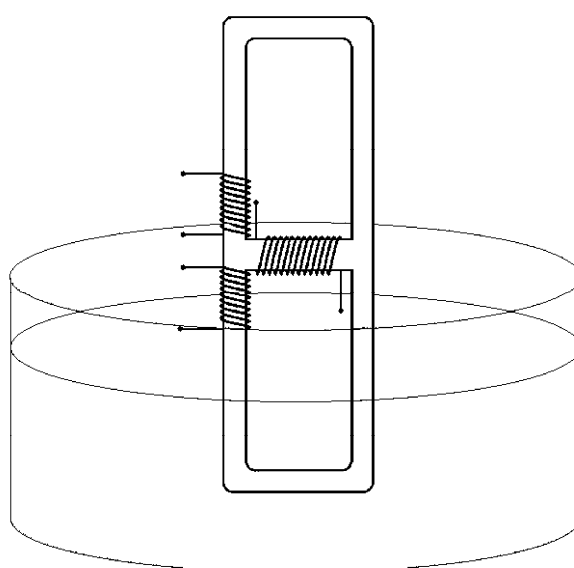
Фиг. 3G



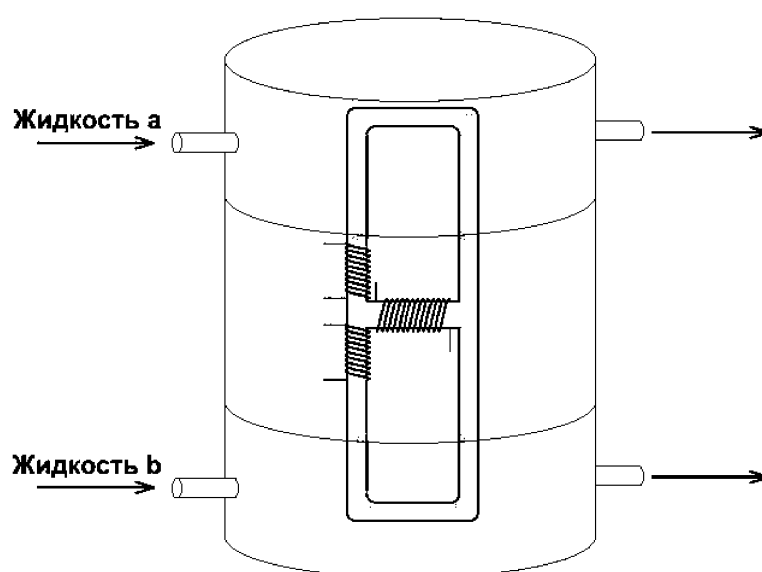
Фиг. 3H



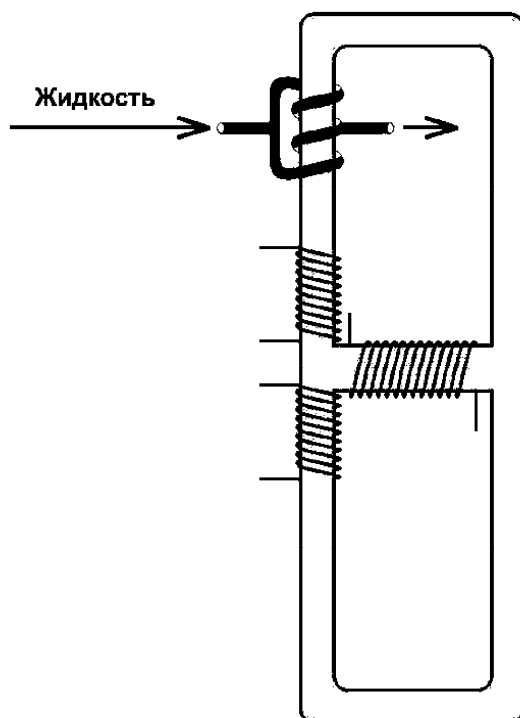
Фиг. 3I



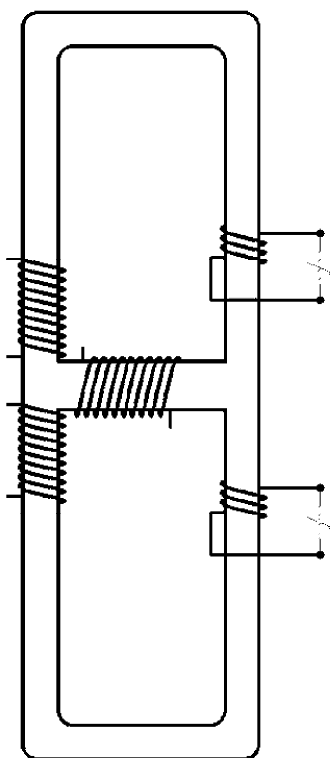
Фиг. 4



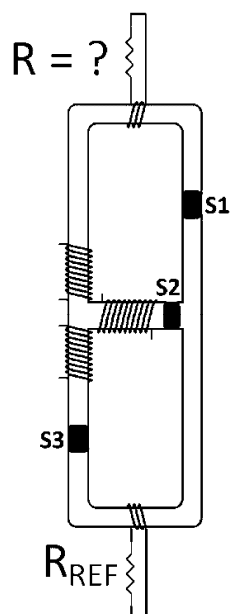
Фиг. 5



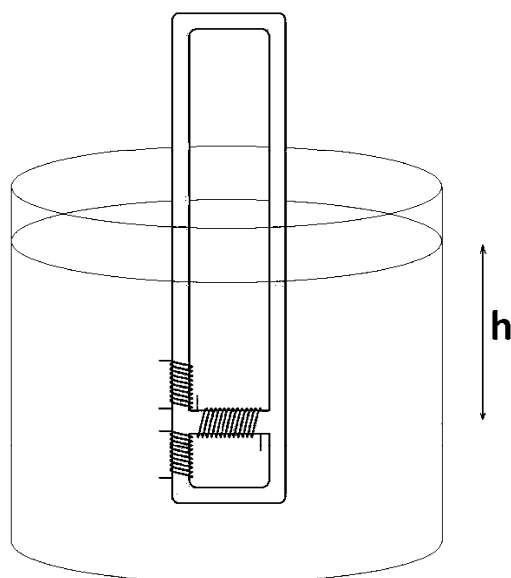
Фиг. 6



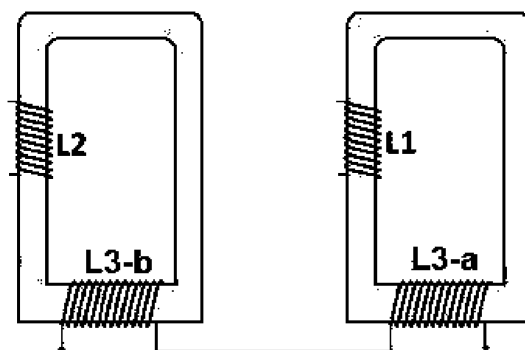
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2