

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040017**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.11

(51) Int. Cl. **G01N 27/04** (2006.01)
G01N 33/24 (2006.01)

(21) Номер заявки
202090972

(22) Дата подачи заявки
2018.10.26

(54) СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ПОЧВЫ

(31) 62/577,637; 16/172,720

(32) 2017.10.26; 2018.10.26

(33) US

(43) 2020.07.31

(86) PCT/US2018/057876

(87) WO 2019/084516 2019.05.02

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ТРИБУС, ЛЛС (US)

(72) Изобретатель:
Кисс Майкл З. (US)

(74) Представитель:
**Лебедев В.В., Угрюмов В.М.,
Глухарёва А.О., Гизатуллина Е.М.,
Строкова О.В., Костюшенкова М.Ю.,
Гизатуллин Ш.Ф., Парамонова К.В.,
Джермакян Р.В. (RU)**

(56) US-A1-20160223511
WO-A2-2017021950
US-A-5418466
US-A1-20100194411
US-A1-20040145379

(57) Настоящим изобретением предложен щуп, работа которого обеспечивается множеством датчиков, выполненных с возможностью прямого измерения содержания влаги, температуры и электрической проводимости (ЭП) почвы. Предложенный щуп использует высокочастотные (ВЧ) трансформаторы для регистрации изменений нагрузки первичной обмотки трансформатора, осуществляющего прямой контакт с почвой. Щуп, описанный в настоящем документе, точно измеряет значения ЭП в жидкостях и водонасыщенных почвах за счет прямого контакта со средой, в которой проводятся измерения. Результаты измерений дают абсолютный показатель ЭП в почве любого типа.

B1**040017****040017****B1**

Область техники, к которой относится настоящее изобретение

Настоящее изобретение относится, в общем, к способу прямого измерения электрической проводимости почвы.

Предшествующий уровень техники настоящего изобретения

Электрическая проводимость (ЭП) почвы является показателем, который указывает на содержание солей в почве (засоленность почвы). Он служит важным индикатором состояния почвы, отражаясь на урожайности, пригодности почвы, доступности питательных веществ для растений и активности почвенных микроорганизмов, что влияет на основные процессы, происходящие в почве, включая выделение парниковых газов, таких как оксиды азота, метан и углекислый газ. Избыток солей препятствует росту растений, негативно влияя на водно-солевой баланс. Почвы, содержащие избыток солей, встречаются в природе в регионах с засушливым и полусушливым климатом. Содержание солей в почве может увеличиться в результате культивации, ирригации и землеустройства. Электрическая проводимость находится в прямой зависимости от концентрации азотнокислых солей, калия, натрия, хлоридов, сульфатов и аммиака. Для некоторых незаселенных почв определение величины ЭП может оказаться удобным и экономичным способом оценки содержания азота (N), доступного для обеспечения роста растений. Во время проведения работ по ирригации дополнительные объемы воды, не нужные для выращиваемой культуры, могут быть использованы для вымывания избытка солей из-под корневой зоной и поддержания ЭП на требуемом уровне, который зависит от стрессоустойчивости посевов.

С учетом вышеизложенного данные о ЭП будут отслеживать содержание азотнокислых солей в корневой зоне посевов, обеспечивая возможность улучшения регулируемости содержания азота в почве, снижения степени вымывания азота ниже коревой зоны посевов и уменьшения загрязнения грунтовых вод. Непрерывный контроль содержания влаги и ЭП почвы будет также способствовать определению коэффициентов использования воды при орошении на протяжении всего вегетационного периода.

К сожалению, в щупах, которые в настоящее время реализуются на рынке, используются ёмкостные датчики, не обеспечивающие прямой контакт с почвой. См., например, приложение с руководством TRISCAN, где представлены результаты измерений, выполненных с использованием ёмкостных щупов. Как там сказано, ёмкостные щупы для определения профиля почвы вводятся вертикально в грунт, но напрямую с ним не контактируют. Ёмкостные датчики изолированы от почвы и располагаются внутри пластиковых "трубок доступа" на определенной глубине, представляющей интерес. Значения ЭП выводятся по результатам измерений "объемного содержания ионов", которые используются для расчета значения ЭП для каждого конкретного типа почвы.

Этот способ измерения ЭП неоспорим, так как почвы разных типов неоднородны. Модель данных использует такой показатель, как номинальное объемное содержание ионов (VIC), а единицы VIC могут быть соотнесены с ЭП почвы при отборе ее проб и их анализе лишь в определенном объеме и применительно к конкретному месту.

С учетом вышеизложенного существует потребность в системе и способе для более эффективного измерения электрической проводимости почвы.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

Соответственно, настоящим изобретением предлагается сенсорный щуп, работа которого обеспечивается множеством датчиков, которые выполнены с возможностью измерения содержания влаги, температуры и электрической проводимости (ЭП) почвы. Щуп согласно настоящему изобретению будет использовать высокочастотные (ВЧ) трансформаторы для регистрации изменений нагрузки первичной обмотки трансформатора, осуществляющего прямой контакт с почвой.

Щуп, описанный в настоящем документе, точно измеряет значения ЭП в жидкостях и водонасыщенных почвах за счет прямого контакта со средой, в которой проводятся измерения. Результаты измерений дают абсолютный показатель ЭП в почве любого типа.

Выше были вкратце раскрыты признаки и технические преимущества заявленного изобретения, чтобы можно было лучше понять его последующее подробное описание. Дополнительные признаки и преимущества настоящего изобретения, составляющие предмет его формулы, будут описаны ниже. Специалистам в данной области техники должно быть понятно, что идея заявленного изобретения и конкретный вариант его осуществления, раскрытый в настоящем документе, могут быть запросто взяты за основу для модифицирования и проектирования других конструкций для достижения тех же целей, которые заявлены настоящим изобретением. Специалистам в данной области техники должно быть также понятно, что такие эквивалентные конструкции входят в сущность и объем настоящего изобретения согласно прилагаемой формуле.

Краткое описание фигур

Для более полного понимания идеи настоящего изобретения и его преимуществ последующее описание раскрыто в привязке к прилагаемым чертежам, где:

на фиг. 1 приведен один из примеров реализации щупа, выполненного с возможностью измерения содержания влаги, температуры и электрической проводимости почвы, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 2 представлен щуп, показанный на фиг. 1, в поперечном разрезе, который выполнен по ли-

нии 2-2, показанной на фиг. 1;

на фиг. 3 приведен один из примеров реализации катушки датчика электрической проводимости для использования вместе со щупом, показанным на фиг. 1;

на фиг. 4 представлена блок-схема, иллюстрирующая один из примеров осуществления системы, реализующей признаки настоящего изобретения; и

на фиг. 5 представлено схематическое изображение цепи, реализующей признаки настоящего изобретения.

Подробное раскрытие настоящего изобретения

Обратимся теперь к чертежам, на которых изображенные элементы во избежание двусмысленного толкования не обязательно вычерчены в истинном масштабе и на нескольких видах аналогичные или схожие элементы обозначены одними и теми же номерами позиций. Для краткости изложения хорошо известные элементы могут быть проиллюстрированы в виде схематических изображений или блок-схем, чтобы не перегружать настоящее изобретение ненужными деталями; а детали, относящиеся к различным другим элементам, известным в данной области техники, таким как микропроцессоры, датчики температуры, гигрометры и прочие элементы подобного рода, необходимые для обеспечения функционирования различных электрических устройств, подробно не описаны или не показаны, поскольку такие детали не считаются необходимыми для обеспечения полного понимания настоящего изобретения, а рассматриваются как известные специалистам в данной области техники. Кроме того, в контексте настоящего документа термин "по существу" не должен рассматриваться в качестве термина, обозначающего приближенное значение.

Следует отметить, что если не указано иное, то многие функции, описанные в настоящем документе, могут выполняться процессором, таким как микропроцессор, контроллер, микроконтроллер, специализированная заказная интегральная схема (ASIC), электронный процессор данных, компьютер или иное устройство подобного рода в соответствии с кодом, таким как программный код, программными средствами, интегральными схемами и/или тому подобными элементами, которые кодируются для выполнения таких функций. Более того, считается, что детали конструкции, разработки и реализации всех таких кодов должны стать очевидными специалисту в данной области техники после ознакомления с представленным описанием настоящего изобретения.

Как показано на фиг. 1, ссылочной позицией 100, в общем, обозначен щуп, реализующий признаки настоящего изобретения по измерению содержания влаги, температуры и электрической проводимости (ЭП) почвы. Система 100 включает в себя трубку 102, предпочтительно имеющую наружный диаметр около одного дюйма и выполненную из неметаллического материала или пластика, такого как ПВХ (поливинилхлорид), известным в данной области техники способом.

В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения трубка 102 включает в себя четыре гильзы 104 из нержавеющей стали длиной около одного-двух дюймов каждая с пазом 104а, заданным с каждой из двух противоположных сторон гильзы. Паз 104а проходит в продольном направлении по существу по длине гильзы, но не по всей длине в целом. Хотя в примере, приведенном на фиг. 1, показаны четыре гильзы 104, может быть использовано большее или меньшее число гильз 104, исходя из конкретных условий. В предпочтительном варианте гильзы 104 электрически соединены друг с другом проводом 110 для обеспечения заземления. Как будет подробно описано ниже, гильзы 104 выполняют функцию первичной обмотки высокочастотного (ВЧ) трансформатора датчика ЭП.

Между гильзами 104 и над каждым из них размещены такие стандартные датчики, как датчик температуры 106 и гигрометр 108, которые располагаются между наружной стенкой 102 и внутренней стенкой 114 трубки (см. фиг. 2) щупа 100. В предпочтительном варианте используется тип гигрометра 108 с двумя относительно широкими медными лентами, между которыми предусмотрена более узкая медная лента. Такие датчики температуры и гигрометры считаются хорошо известными в данной области техники; и, следовательно, они не будут подробно описываться в настоящем документе за исключением случаев, когда это необходимо для раскрытия заявленного изобретения.

На фиг. 2 представлен поперечный разрез щупа, показанного на фиг. 1, который выполнен по линии 2-2, показанной на фиг. 1. Как показано на этой фигуре, щуп 100 характеризуется наличием внутренней трубки или стенки 114. Как можно видеть, в пределах внутренней стенки и на одной оси с пазами 104а предусмотрена вторичная обмотка 116 ВЧ-трансформатора датчика ЭП, намотанная на катушку из ацетата или иного по существу термостабильного непроводящего материала (см. фиг. 3). Каждой первичной обмотке 104 соответствует своя собственная вторичная обмотка 116, а длина каждой вторичной обмотки 116 приблизительно равна длине паза 104а. Первичная обмотка 104 ВЧ-трансформатора датчика ЭП и вторичная обмотка 116 ВЧ-трансформатора датчика ЭП вместе называются в настоящем документе датчиком 120 ЭП. Как было указано выше и проиллюстрировано на фиг. 2, между наружной стенкой 102 и внутренней стенкой 114 трубки щупа 100 размещено множество датчиков 106 температуры и гигрометров 108.

На фиг. 4 показана блок-схема, иллюстрирующая систему непрерывного контроля температуры, содержания влаги и электрической проводимости почвы. Как можно видеть, датчики 120 ЭП соединены с монтажной платой 112 ЭП, которая подробнее будет описана ниже в привязке к фиг. 5. Плата 112 ЭП

генерирует выходной сигнал, подаваемый в аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 113, который затем преобразует аналоговый сигнал в цифровой сигнал, передаваемый микроконтроллеру 130. Более того, как обозначено стрелками на каждом датчике 120 ЭП и соответствующей стрелкой на микроконтроллере 130, каждый датчик 120 ЭП выдает сигнал непосредственно в АЦП 113, который преобразует аналоговый сигнал в цифровой сигнал, который передается непосредственно микроконтроллеру 130.

Множество датчиков 106 температуры выдает множество сигналов, предпочтительно в мультиплексор 122, который затем передает сигнал в ёмкостно-цифровой преобразователь 124, такой как AD7745, который преобразует фактическую ёмкость в цифровой сигнал, совместимый с микроконтроллером 130 и передаваемый на указанный микроконтроллер. Множество гигрометров 108 выдает множество сигналов, предпочтительно в мультиплексор 126, который затем передает одиночный сигнал в аналоговое устройство 128, такое как AD8515, которое расширяет возможности устройства AD7745 по обработке более высоких значений ёмкости, которое, в свою очередь, выдает сигнал в преобразователь 124, который, в свою очередь, генерирует сигнал, передаваемый микропроцессору 130.

Микропроцессор 130 принимает сигналы с датчиков 120 ЭП, с платы 112 ЭП, с датчиков 106 температуры и с гигрометров 108 и по этим сигналам генерирует сигнал последовательных данных, содержащий сведения об электрической проводимости, температуре и содержанию влаги. К примеру, сигнал 132 последовательных данных согласуется с RS-232, RS-485 и/или SDI-12 и передается, предпочтительно через радиотрансивер 134, в центральную систему контроля (не показана).

В одном из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения все компоненты, показанные на фиг. 4, за исключением радиотрансивера 134, размещены внутри шупа 100, предпочтительно вблизи платы 112 ЭП.

На фиг. 5 приведен один из примеров реализации монтажной платы ЭП, где:

во все элементы цепи, требующие стабильного напряжения, подается выходной сигнал регулятора напряжения (+5 вольт постоянного тока (VDC));

частота (F_x) резонатора на 4 МГц со встроенными укорачивающими конденсаторами используется в качестве уставки для входных сигналов одного из квадратичных детекторов (U_4). Другим входным сигналом квадратичного детектора служит полученная частота (F_o) генератора (Q_1) колебаний. Состояние захвата частоты устанавливается тогда, когда величины F_o и F_x в фазе располагаются под углом 90° по отношению друг к другу.

После захвата частоты выходной сигнал U_{3B} , т.е. положительное напряжение постоянного тока (DC), служит выходным напряжением AFC (автоматической подстройки частоты). Это напряжение прибавляется к ВЧ-напряжению на настроечных диодах D_1 и D_5 варактора для поддержания "захвата" со стороны катода. Напряжение обратного смещения AFC инициирует изменение настроечными диодами своей ёмкости обратно пропорционально этому напряжению, что приведет к повышению или понижению их ёмкости с тем, чтобы резонансный LC-контур генераторов колебаний был постоянно настроен на F_x подобно сервоприводу DC (постоянного тока).

Настроечные диоды D_7 и D_8 используются для первоначального задания F_o резонансного LC-контра по центру области захвата частоты AFC. Это обеспечивает возможность автоматического захвата при подаче питания в цепь ЭП.

Индуктивность резонансного LC-контра состоит из значений индуктивности первичной обмотки трансформаторов шупа. Эквивалентная ёмкость представляет собой следующую сумму: ёмкость D_7 и $D_8 + C_2 + C_{2a} +$ ёмкость D_1 и $D_5 + C_4$.

Значение индуктивности для каждого из датчиков ЭП изменяется вследствие изменения проводимости почв под нагрузкой. Вследствие этого изменяется резонансная частота контра. Схема автоматической фазовой подстройки частоты (PLL) "настраивается" варакторами до тех пор, пока резонансная частота контра с индуктором под нагрузкой не сравняется с частотой контра с индукторами без нагрузки (на открытом воздухе).

Диод D_2 представляет собой высокоомный пиковый детектор ВЧ-напряжения резонансного LC-контра. Полученное выходное напряжение пикового детектора фиксируется на нагрузочном резисторе R_{19} и фильтрующем конденсаторе C_6 .

Полученное выходное напряжение пикового детектора и напряжение термокомпенсации, подаваемое на D_3 , используются для активации регулирующего усилителя U_{3A} , который регулирует разность погрешностей между диодами D_2 и D_3 и обеспечивает в итоге относительно постоянное выходное напряжение по всему рабочему диапазону.

Регулирующий усилитель U_{3A} активирует источник Q_2 тока, который, в свою очередь, активирует генератор Q_1 колебаний.

Начальное напряжение на базе Q_1 (на открытом воздухе) должно лежать в диапазоне от 3,80 до 3,83 VDC.

Выходное напряжение Q_1 (V_{po}) варьируется от около нуля до максимального пикового напряжения, изменяясь линейно по мере повышения напряжения смещения на базе для любой нагрузки резонансного контра в пределах диапазона ЭП. Нагрузка резонансного контра представляет собой нагрузку, считываемую одновитковой вторичной обмоткой трансформаторов датчика. В случае закорачивания

вторичной обмотки трансформатора датчика для ограничения напряжения смещения на базе Q1 используется зенеровский диод D6.

Любое уменьшение нагружающего сопротивления вторичной обмотки трансформаторов датчика (считывающей более низкие значения ЭП) инициирует удержание регулирующим усилителем U3A величины V_{ro} на постоянном уровне путем повышения величины V_b генератора Q1, что приведет к повышению его коллекторного тока.

Настройка/калибровка платы ЭП

Когда требуемый датчик ЭП находится на открытом воздухе:

Обеспечение подачи напряжения + 9 VDC на штырьковый вывод 1 детектора U1, регулятора напряжения + 5 VDC.

Микроконтроллер ЭП определит температуру на плате ЭП в зависимости от фактически измеренного напряжения датчика температуры путем сравнения напряжения как функции от температуры для датчика температуры на плате.

После определения текущей температуры на плате другая справочная таблица предоставит значение напряжения термокомпенсации, которое должно быть измерено на штырьковом выводе 3 регулирующего усилителя U3A.

Необходимо подать напряжение на анод D3, который обеспечивает комбинацию напряжения термокомпенсации + 0,6 вольта с одновременным контролем штырькового вывода 3 регулирующего усилителя U3A. Этим будет установлено значение напряжения термокомпенсации для текущей температуры платы.

Начальное напряжение на базе Q1 (на открытом воздухе) должно лежать в диапазоне от 3,80 до 3,83 VDC.

Отслеживание $tr1$ с одновременным изменением напряжения настройки диодов D7 и D8 с использованием пускового напряжения 9VDC (V_{bat}) на $tr2$ до тех пор, пока напряжение на $tr1$ не составит 3,80-3,83 VDC.

Использование справочной таблицы для установки DPP1 на значение сопротивления "движка", соотносимого со 100-процентной водой.

Отслеживание $tr3$ с одновременным изменением напряжения на $tr4$ до тех пор, пока напряжение на $tr3$ (штырьковом выводе 5 балансного суммирующего усилителя) не составит 4,00 вольта.

Подтверждение того, что напряжение на катоде D4 составляет 0,379 вольта.

Выполнение следующих операций, когда требуемый датчик ЭП погружен в стандартный ЭП раствор со значениями нижнего уровня (например, 300 мкСм):

Примечание: стандартные значения ЭП по отношению к напряжению на катоде D4 в предпочтительном варианте должны характеризоваться шагом приращения в 20 мкСм (от 150 до 1800 мкСм).

Регулирование напряжение на штырьковом выводе 5 компонента U2B до тех пор, пока напряжение на катоде D4 не измерит соответствующее значение из справочной таблицы для стандартного ЭП раствора со значениями нижнего уровня. Соответствующее напряжение на катоде D4 повышается до тех пор, пока оно не окажется сопоставимым с входным напряжением микропроцессора.

Выполнение следующих операций, когда требуемый датчик ЭП погружен в стандартный ЭП раствор со значениями высокого уровня (1800 мкСм):

использование значения высокого уровня стандартного ЭП раствора, например 1800 мкСм; измерение напряжения на катоде D4; и сравнение значений ЭП растворов с напряжением на катоде D4 по справочной таблице.

Установление местного стандарта ЭП

Перед введением щупа в почву необходимо выполнить начальную калибровку на месте с использованием местной воды для орошения или водопроводной воды с известной ЭП.

Цифровой потенциометр R100 регулируется на открытом воздухе до тех пор, пока катод D4 не считает нулевое значение (0,0).

Цифровой потенциометр R100 настраивается на известное значение солености, когда датчик для наименьших значений ЭП находится в воде с известной ЭП.

Это калибровочное значение будет передано всем остальным участкам схемы ЭП.

Автоматические измерения в установленном положении (в почве)

Микроконтроллер будет поддерживать взаимодействие с микросхемой ёмкостно-цифрового преобразователя/прибора контроля датчиков температуры с использованием последовательного канала связи и цепи измерения датчика ЭП.

Мощность, подаваемая на плату М/Т/ЕС (содержание влаги/температура/ЭП), будет уменьшаться в обычном порядке до тех пор, пока микроконтроллер не обеспечит напряжение + 3,6 VDC, подаваемое аккумуляторной батареей на преобразователь постоянного напряжения в постоянное, который подаст + 9 VDC и + 5 VDC в цепи платы.

Затем микроконтроллер инициирует измерения температуры и содержания влаги и использует результаты этих измерений для проведения измерений ЭП с термокомпенсацией на уровне (n), где $n = 1-15$.

Микроконтроллер предоставит величину процентного содержания влаги для каждого уровня, на ко-

тором должны быть проведены измерения ЭП (в цифровом формате).

Микроконтроллер подаст напряжение термокомпенсации как для цепей измерения ЭП, так и для цепей измерения содержания влаги, и использует значения температуры, измеренные на каждом уровне. Встроенный в микросхему датчик температуры автоматически компенсирует изменения температуры микросхемы.

Значения внешнего напряжения датчиков температуры будут использованы в привязке к справочной таблице с тем, чтобы определить напряжение термокомпенсации, которое необходимо подать на штырьковый вывод 3 регулирующего усилителя U3 A.

Микроконтроллер проверит, чтобы процентное содержание влаги составляло по меньшей мере 85%; в противном случае измерение ЭП проводиться не будет, а будет передано сообщение об ошибке.

Используется справочная таблица для установки DPP1 на значение сопротивления "движка", соотносимого с процентным содержанием влаги.

Значения напряжения, измеренные на катоде D4, являются эквивалентом напряжения ЭП почв на уровне заданного датчика.

Эта последовательность операций будет повторена для каждого дополнительного заданного датчика ЭП также с использованием данных о процентном содержании влаги на датчике, предоставляемых микросхемой ёмкостно-цифрового преобразователя/прибором контроля датчиков температуры.

По завершении измерений микропроцессор укажет на окончание измерений и прекратит подачу питания на плату.

Настоящее изобретение обеспечивает ряд преимуществ, к которым относятся, помимо прочего, следующие преимущества:

Щуп может напрямую измерять абсолютные значения ЭП без необходимости в интерполировании измеренных данных.

Регистрируемые измерения ЭП являются линейными.

Регистрируемые измерения ЭП являются линейными для каждого датчика.

Измерения ЭП могут проводиться в почве любого типа или в комбинированных неоднородных почвах.

Измерения ЭП могут одновременно проводиться на нескольких глубинах, причем каждый почвенный датчик вводится в почву с уникальным составом.

Измерения ЭП могут проводиться непрерывно или через фиксированные интервалы времени.

Измерения ЭП могут проводиться в широком диапазоне от 20 микросекунд до 20 000 микросекунд.

Датчики и цепь щупа являются термокомпенсированными, как в отношении функций измерения содержания влаги, так и в отношении функции измерения ЭП.

Хотя настоящее изобретение описано в привязке к некоторым из предпочтительных вариантов своего осуществления, следует отметить, что раскрытые варианты осуществления носят иллюстративный, а не ограничительный характер и что в предшествующем описании предполагается множество изменений, модификаций, отклонений и замен; а в определенном случае некоторые признаки заявленного изобретения могут быть использованы без соответствующего использования других признаков. После ознакомления с предшествующим описанием предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения специалисты в данной области техники могут посчитать многие такие изменения и модификации очевидными и целесообразными. Соответственно, будет уместно рассматривать прилагаемую формулу в широком смысле и в соответствии с объемом настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Сенсорный щуп для прямого измерения электрической проводимости (ЭП) среды, содержащий: трубку с наружной стенкой и внутренней стенкой, причем трубка выполнена из неметаллического материала;

плату ЭП, смонтированную на трубке;

микропроцессор, установленный на плате ЭП;

множество высокочастотных (ВЧ) трансформаторов, каждый из которых содержит первичную обмотку и вторичную обмотку;

причем каждая первичная обмотка содержит гильзу, расположенную на внешней поверхности наружной стенки трубки для прямого контакта со средой, причем каждая гильза задает два продольных паза, по одному на каждой из противоположных сторон трубки, при этом каждый паз проходит в продольном направлении по части длины соответствующей гильзы, причем каждая гильза магнитно соединена с вторичной обмоткой соответствующего ВЧ трансформатора;

при этом каждая вторичная обмотка расположена в пределах внутренней стенки на одной оси с пазами соответствующей гильзы и электрически соединена с платой ЭП;

причем каждая вторичная обмотка выполнена с возможностью считывания изменений нагрузки первичной обмотки;

множество датчиков температуры, смонтированных на трубке и размещенных между внутренней стенкой и наружной стенкой трубки, причем каждый датчик температуры располагается рядом с соответствующей гильзой и электрически соединен с микропроцессором; и

множество гигрометров, смонтированных на трубке и размещенных между внутренней стенкой и наружной стенкой трубки, причем каждый гигрометр располагается рядом с соответствующей гильзой и электрически соединен с микропроцессором.

2. Щуп по п.1, дополнительно содержащий радиоустройство, связанное с микропроцессором для приема сигналов с микропроцессора и для передачи сигналов.

3. Щуп по п.1, в котором неметаллический материал представляет собой поливинилхлорид (ПВХ).

4. Щуп по п.1, в котором для измерения значений ЭП среды плата ЭП использует термокомпенсированную схему автоматической фазовой подстройки частоты (PLL).

5. Щуп по п.1, в котором средой служит почва.

6. Щуп по п.1, в котором ВЧ трансформатор выполнен с возможностью работы на частоте 4 МГц.

7. Щуп по п.1, в котором неметаллический материал представляет собой пластик.

8. Щуп по п.1, в котором каждая гильза изготовлена из нержавеющей стали.

9. Сенсорный щуп для прямого измерения электрической проводимости (ЭП) среды, содержащий: трубку с наружной стенкой и внутренней стенкой, причем трубка выполнена из неметаллического материала и разделена на одну или более секций трубки;

плату ЭП, смонтированную на первом конце трубки;

микропроцессор, установленный на плате ЭП;

причем каждая секция трубки содержит:

высокочастотный (ВЧ) трансформатор, содержащий первичную обмотку и вторичную обмотку;

причем первичная обмотка содержит гильзу, расположенную на внешней поверхности наружной стенки трубки для прямого контакта со средой, причем гильза задает два продольных паза на каждой из противоположных сторон трубки, при этом каждый паз проходит в продольном направлении по части длины соответствующей гильзы, причем каждая гильза магнитно соединена с вторичной обмоткой соответствующего ВЧ трансформатора и электрически заземлена;

при этом вторичная обмотка расположена в пределах внутренней стенки на одной оси с пазами соответствующей гильзы, электрически соединена с платой ЭП и выполнена с возможностью считывания изменений нагрузки первичной обмотки;

датчик температуры, смонтированный на трубке и размещенный между внутренней стенкой и наружной стенкой трубки, причем датчик температуры располагается рядом с гильзой и электрически соединен с микропроцессором; и

гигрометр, смонтированный на трубке и размещенный между внутренней стенкой и наружной стенкой трубки, причем гигрометр располагается рядом с гильзой и электрически соединен с микропроцессором.

10. Щуп по п.9, дополнительно содержащий радиоустройство, связанное с микропроцессором для приема сигналов с микропроцессора и для передачи сигналов.

11. Щуп по п.9, в котором неметаллический материал представляет собой поливинилхлорид (ПВХ).

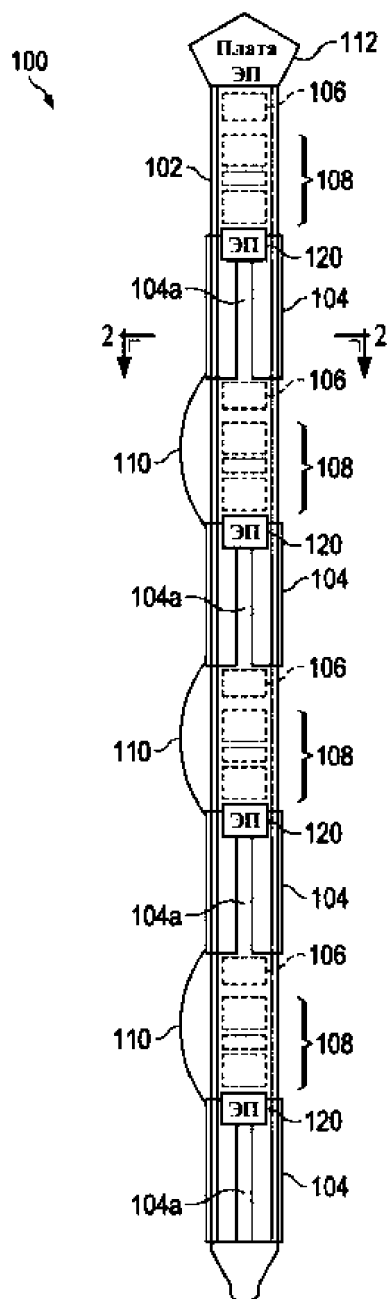
12. Щуп по п.9, в котором для измерения значений ЭП среды плата ЭП использует термокомпенсированную схему автоматической фазовой подстройки частоты (PLL).

13. Щуп по п.9, в котором средой служит почва.

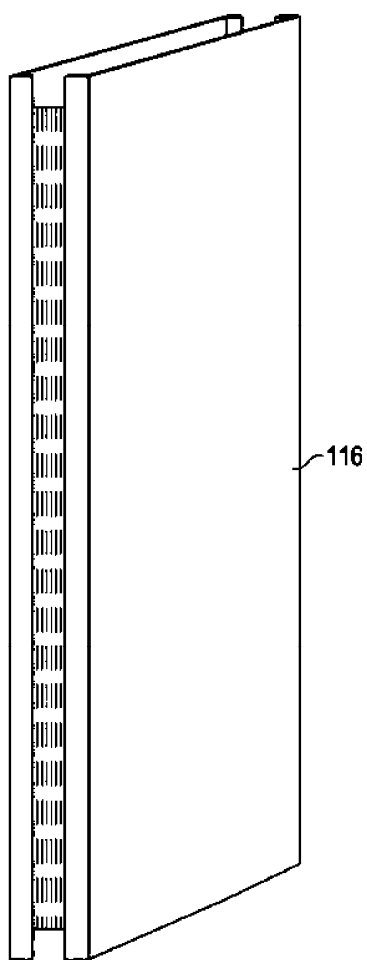
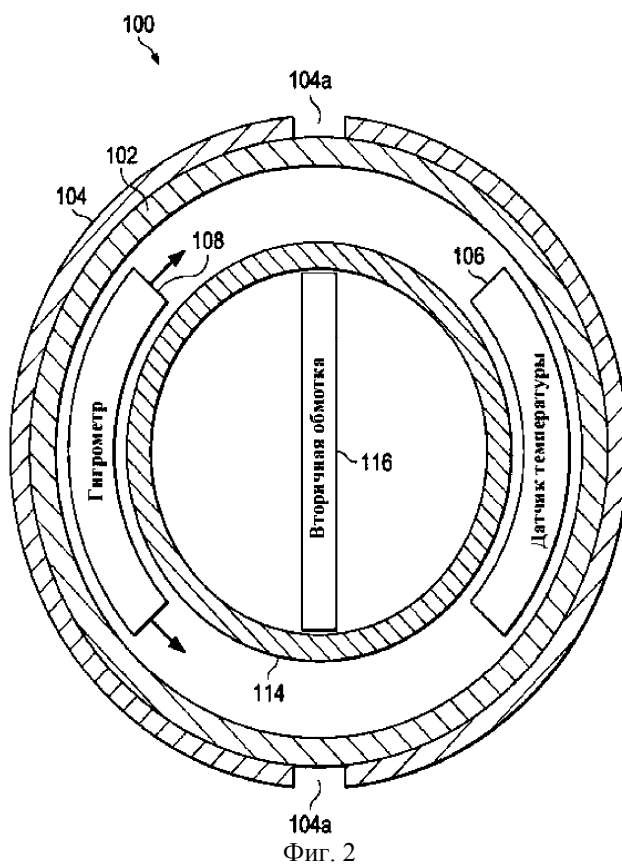
14. Щуп по п.9, в котором ВЧ трансформатор выполнен с возможностью работы на частоте 4 МГц.

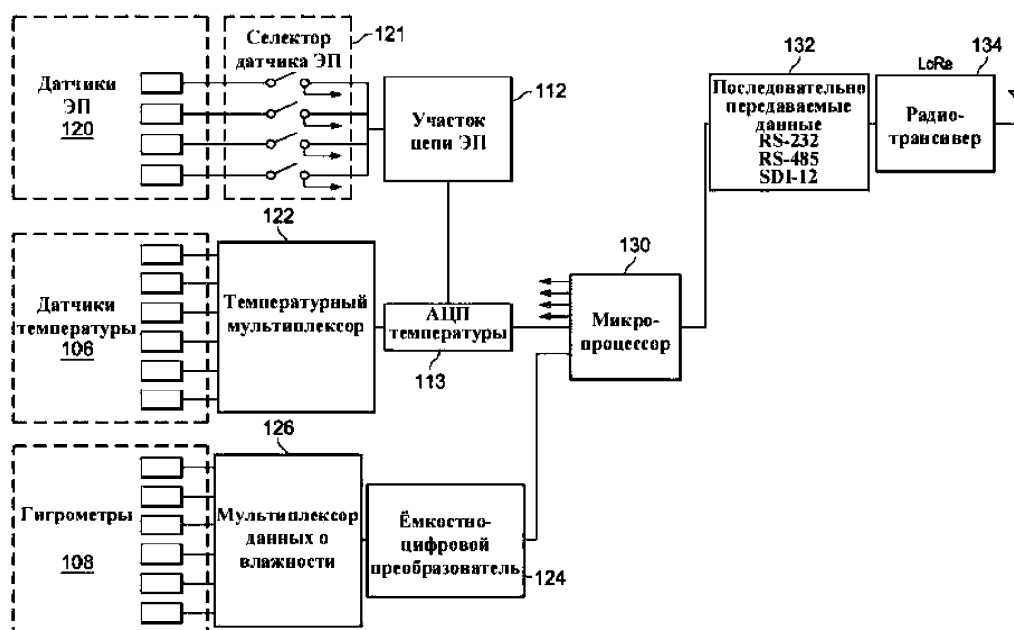
15. Щуп по п.9, в котором неметаллический материал представляет собой пластик.

16. Щуп по п.9, в котором каждая гильза изготовлена из нержавеющей стали.

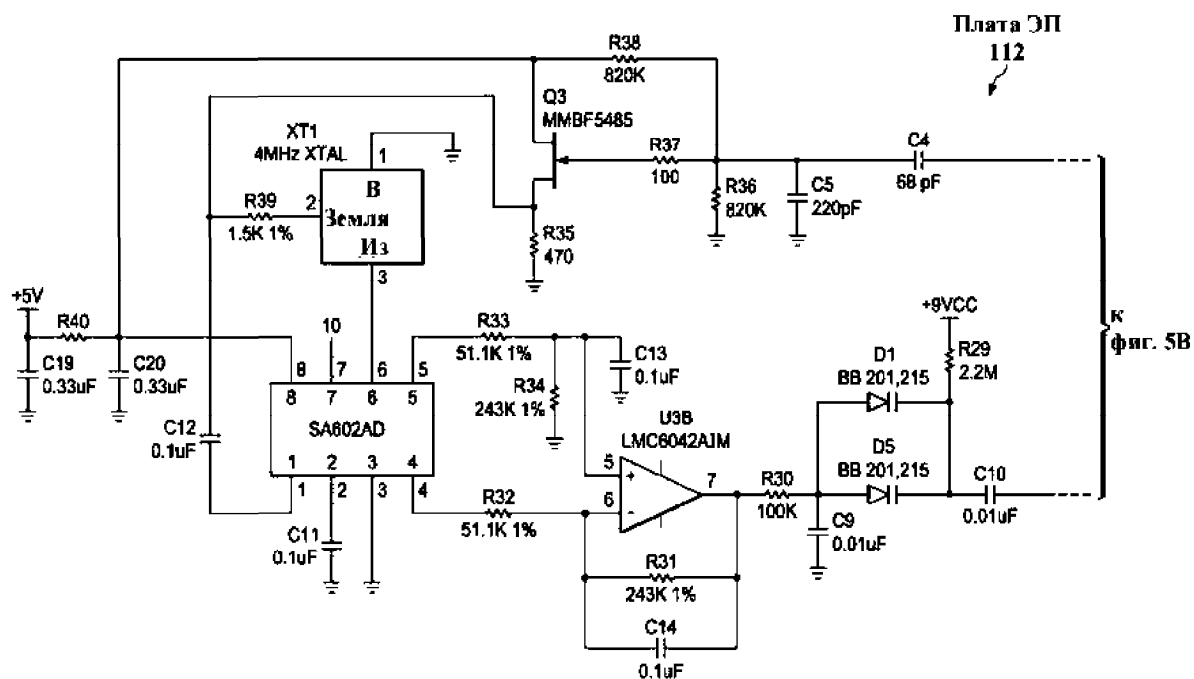


Фиг. 1





ФИГ. 4



Фиг. 5А

