



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013125003/28, 10.11.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.11.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:

10.11.2010 EP 10290603.9;

26.11.2010 EP 10368043.5

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2014 Бюл. № 35

(45) Опубликовано: 20.02.2016 Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 20070057769 A1, 15.03.2007. WO
2009118505 A1, 01.10.2009. DE 102008055917 A1,
06.05.2010. US 6271667 B1, 07.08.2001.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 10.06.2013(86) Заявка РСТ:
EP 2011/005653 (10.11.2011)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/062471 (18.05.2012)

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, а/я 128, ООО "АРС-
ПАТЕНТ", М.В. Хмаре

(72) Автор(ы):

ВИНОЙ Бернар (FR)

(73) Патентообладатель(и):

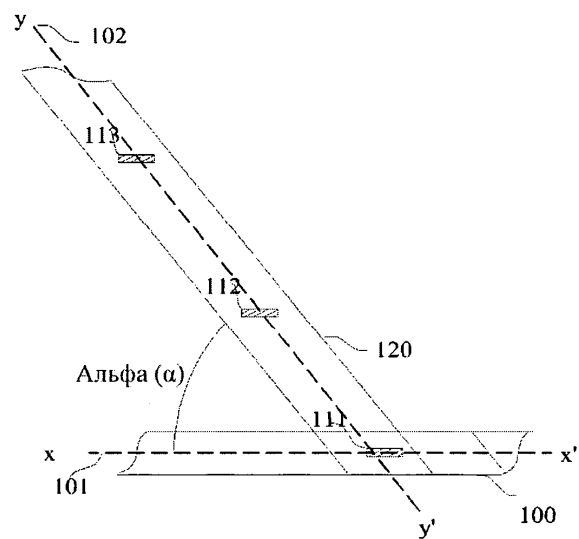
С.А. РИБ (FR)

(54) ПОЛИМЕРНАЯ ТРУБКА С ИДЕНТИФИКАЦИОННЫМ ДАТЧИКОМ И СПОСОБ ЕЕ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области измерительной техники и может быть использовано для определения местоположения полимерных труб подземных магистралей. Предложена полимерная труба для подземного трубопровода, содержащая полимерную трубу, множество радиометок, установленных с равномерными промежутками вдоль указанной трубы; защитный слой для указанных меток. Причем указанные радиометки содержат резонансную цепь, разделенную на соединенные между собой блоки низкой индуктивности,

вследствие чего результирующая резонансная цепь имеет повышенное значение емкости, являясь при этом менее чувствительной к присутствующим паразитным емкостям, зависящим от диэлектрической проницаемости среды, особенно, во влажной среде. Также предложен способ изготовления указанной полимерной трубы(варианты). Технический результат - повышение точности определения местоположения полимерных труб подземных магистралей. 5 н. и 10 з.п. ф-лы, 16 ил.



ФИГ. 2

RU 2 575 183 C 2

RU 2 575 183 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

F16L 55/00 (2006.01)*G01V 15/00* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013125003/28, 10.11.2011**(24) Effective date for property rights:
10.11.2011

Priority:

(30) Convention priority:
10.11.2010 EP 10290603.9;
26.11.2010 EP 10368043.5(43) Application published: **20.12.2014** Bull. № **35**(45) Date of publication: **20.02.2016** Bull. № **5**(85) Commencement of national phase: **10.06.2013**(86) PCT application:
EP 2011/005653 (10.11.2011)(87) PCT publication:
WO 2012/062471 (18.05.2012)

Mail address:

197101, Sankt-Peterburg, a/ja 128, OOO "ARS-PATENT", M.V. Khmare

(72) Inventor(s):

VINOJ Bernar (FR)

(73) Proprietor(s):

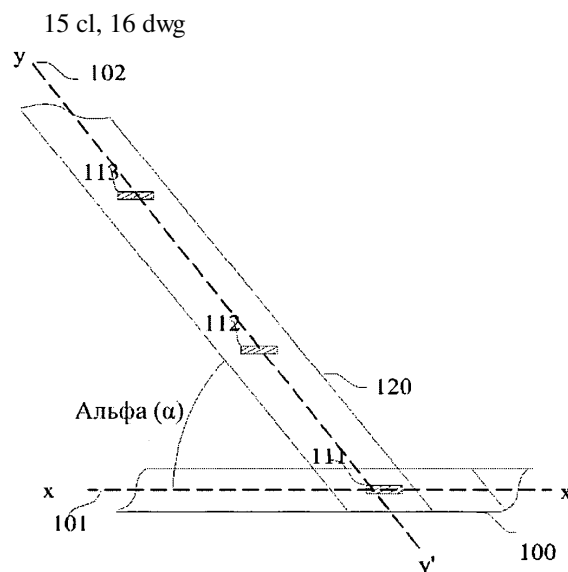
S.A. RYB (FR)(54) **POLYMER TUBE WITH IDENTIFICATION SENSOR AND METHOD OF ITS MANUFACTURING**

(57) Abstract:

FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: invention relates to the field of measurement equipment and may be used for determination of location of polymer pipes of underground manifolds. A polymer pipe is proposed for an underground pipeline, comprising a polymer pipe, multiple RFID tags, installed with even gaps along the specified pipe; a protective layer for specified tags. Besides, specified RFID tags comprise a resonance target divided into blocks of low inductance connected to each other, whereupon the resulting resonant circuit has increased capacitance value, being at the same time less sensitive to present parasitic capacitors, which depend on dielectric permeability of medium, especially in moist medium. Also the method is proposed to manufacture the specified polymer pipe (versions).

EFFECT: increased accuracy of determination of location of polymer pipes of underground manifolds.

**ФИГ. 2**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к области неметаллических труб, используемых для производства заглубленных в землю трубопроводов, и, в частности, к полимерной трубе с идентификационным датчиком и способу ее изготовления.

5 Уровень техники

Для производства подземных магистралей водяных, газовых, электрических и телекоммуникационных распределительных сетей широко используются полимерные материалы (ПолиЭтилен ПНД, полипропилен ПП, ПВХ, ПАВ и т.д.).

10 В этом отношении наблюдается тенденция активного замещения полимерами чугуна, все еще остающегося основным материалом водопроводов.

Несмотря на многочисленные преимущества полимерных материалов, особенно полиэтилена, по сравнению с чугуном (монтаж сетей с помощью сварки, автостоп, эластичность, приспособляемость к смещениям грунта, отсутствие коррозии...), их повсеместному применению еще препятствует одно обстоятельство: позиционирование 15 после монтажа. И на самом деле, в известных методах идентификации используются электромагнитные характеристики черных металлов.

Невосприимчивость полимеров не позволяет определять их местоположение электромагнитными методами. Вообще говоря, сами по себе пластиковые трубопроводы инертны и после помещения их в толщу земли их найти сложно. Разыскать их можно 20 только топографическими методами. Но развитие городской среды затрудняет сколь-либо точную и полноценную съемку земляного основания зданий и сооружений. Ежегодно случайно вытягиваются несколько тысяч магистралей, что чревато существенными последствиями.

Настоящее изобретение призвано решить эту техническую проблему.

25 Раскрытие изобретения

Задачей настоящего изобретения является предложение полимерной трубы, которую можно уложить на глубину около двух метров с сохранением возможности позиционирования и, в более широком смысле, - обмена информацией с наземным устройством связи.

30 Другой задачей настоящего изобретения является предложение полимерной трубы, обладающей возможностью самодиагностики, и которую можно обследовать удаленно.

Третьей задачей настоящего изобретения является получение полимерной трубы, которую после ее укладки под землю можно обнаружить с поверхности с возможностью и позиционирования, и отслеживания.

35 Еще одной задачей настоящего изобретения является предложение способа изготовления такой полимерной трубы.

Изобретение выполняет вышеуказанные задачи предложением полимерной трубы для прокладки трубопроводов подземного заложения, содержащей полимерную трубу; множество RFID-меток, установленных с равномерными промежутками вдоль трубы; 40 защитный слой для указанных меток.

Предпочтительно, полимерная труба содержит RFID-метки, установленные на полосе, обернутой вокруг трубы, или смонтированные другими описываемыми ниже способами.

В одном частном варианте осуществления RFID-метки располагают на полимерном листе, концы которого затем приваривают к трубе.

45 В альтернативном варианте радиометки располагают на бесконечной ленте, которую приклеивают к генератрисе трубы.

В еще одном варианте RFID-меткам придают нужную форму, а затем приклеивают прямо к трубе.

В одном конкретном варианте осуществления изобретения защитный слой выполняют из полипропилена для защиты RFID-меток в процессе уплотнения трубы и в ходе различных предмонтажных и монтажных работ.

В одном конкретном варианте осуществления изобретения труба содержит средство 5 передачи своих идентификационных данных, производственных данных, сведений по позиционированию трубы, а также дополнительной информации, которая может потребоваться операторам в соответствии с возможностями хранения данных.

Также изобретение относится к способу изготовления полимерной трубы, которая может служить для реализации подземных трубопроводов, содержащему следующие 10 этапы: изготовление полимерной трубы; изготовление полосы, содержащей последовательность RFID-меток, продольная ось каждой из которых расположена под углом α к оси указанной полосы; обертывание полимерной трубы указанной полосой под углом, равным углу α , так, чтобы продольные оси RFID-меток были параллельны оси трубы; факультативное покрытие защитным слоем.

Также изобретение относится к способу изготовления пригодной для использования в подземных трубопроводах полимерной трубы, содержащему следующие этапы: 15 изготовление полимерной трубы; изготовление полимерного листа, содержащего установленные с равномерными промежутками радиометки; покрытие трубы указанным полимерным листом с выравниванием концов; приваривание концов; факультативное 20 покрытие защитным слоем.

Также изобретение относится к способу изготовления пригодной для использования в подземных трубопроводах полимерной трубы, содержащему следующие этапы: 25 изготовление полимерной трубы; изготовление бесконечной ленты, содержащей установленные с равномерными промежутками RFID-метки; приклеивание ленты; факультативное покрытие защитным слоем.

Также изобретение относится к способу изготовления пригодной для использования в подземных трубопроводах полимерной трубы, содержащему следующие этапы: 30 изготовление полимерной трубы; придание радиометке формы, совпадающей с радиусом изгиба трубы; приклеивание непосредственно на генератрису трубы; факультативное покрытие защитным слоем.

В одном частном случае осуществления изобретения защитный слой является полимером.

Краткое описание чертежей

Другие отличительные признаки одного или нескольких вариантов осуществления 35 изобретения будут понятны из нижеследующего описания вариантов осуществления со ссылкой на прилагаемые чертежи.

Фиг.1 иллюстрирует один из вариантов осуществления трубопровода, содержащего установленный по его длине комплект RFID-меток.

Фиг.2 иллюстрирует полосу с установленными на ней RFID-антеннами, 40 ориентированными под заданным углом α перед обертыванием этой полосой полимерной трубы.

Фиг.3 иллюстрирует первый способ изготовления полимерной трубы с RFID-метками, установленными на полосе согласно Фиг.2.

Фиг.4, Фиг.5 и Фиг.6 соответственно иллюстрируют второй, третий и четвертый 45 варианты осуществления процесса изготовления.

Фиг.7 иллюстрирует общую архитектуру высокочастотной индуктивной антенны, которая может служить для выполнения радиометки, устанавливаемой на полимерную трубу.

Фиг.8 является видом в перспективе антенны, используемой для радиометки, устанавливаемой на полимерную трубу.

Фиг.9 является видом в поперечном сечении по плоскости VI Фиг.8.

Фиг.10 является упрощенным видом в поперечном разрезе первого типа блока антенны, выполненного с возможностью выполнения радиометки для полимерной трубы.

Фиг.10А изображает электрическую схему блока, изображенного на Фиг.10.

Фиг.11 является упрощенным видом в поперечном разрезе второго типа блока антенны, выполненного с возможностью выполнения радиометки для полимерной трубы.

Фиг.11А изображает электрическую схему блока, изображенного на Фиг.11.

Фиг.12А изображает другой вариант осуществления радиометки, помещенной в автономный модуль, который можно прикрепить на зажимах.

Фиг.12В изображает другой вариант осуществления радиометки, помещенной в автономный модуль, который можно прикрепить привариванием.

Фиг.12С изображает другой вариант осуществления радиометки, помещенной в автономный модуль, который можно прикрепить на клипсах.

Осуществление изобретения

Ниже описывается один конкретный пример осуществления изобретения, выполненный с возможностью реализации трубы или трубопровода подземного заложения. Рассматривается пример трубы из ПВП (Полиэтилена Высокой Плотности), пригодной для выполнения трубопровода для водоснабжения, для газораспределения, для канализации или для защиты электрического и оптоволоконного кабеля. Также рассматривается пояснительный пример многослойного трубопровода из полиэтилена для создания находящейся под давлением заглубленной магистрали, состоящей из трубы из полиэтилена высокой плотности ПЭ 80 или ПЭ 100, соответствующего стандарту EN1555.

Для обеспечения обнаружения трубопровода, и даже его идентификации и обмена информацией с ним, труба 100 оснащена 100 серией маркеров или меток типа RFID (от английского Radio Frequency ID - радиочастотная идентификационная метка), установленных с равномерными промежутками на трубе, как показано на Фиг.1 позиционными номерами 111, 112 и 113. Каждый из этих радиомаркеров или «меток» содержит связанный с электронным чипом приемопередатчик с антенной, способной передавать информацию на находящийся на поверхности земли считыватель и принимать информацию от него.

Как правило, как это известно специалистам в данной области техники, считыватель включает в себя индуктивную резонансную антенну, обычно представленную последовательной резонансной цепью, состоящей из резистора r , конденсатора $C1$ и индуктивного элемента или антенны $L1$, причем цепь возбуждают соответствующим РЧ-генератором, способным генерировать ВЧ-несущую (с амплитудной и/или фазовой модуляцией) для передачи информации приемопередатчику.

Находящийся в радиометке на трубе приемопередатчик в свою очередь содержит последовательную или параллельную резонансную цепь с индуктивным элементом или антенной $L2$, подключенной параллельно с конденсатором $C2$ и нагрузкой R , представляющей собой электронные цепи приемопередатчика. Эта резонансная цепь реагирует на создаваемое базовой станцией высокочастотное магнитное поле, когда это поле воздействует на эту цепь. Как правило, в чипе содержится конденсатор $C2$, содержащийся в резонансной цепи. Магнитного поля, как правило, достаточно для

обеспечения энергоснабжения приемопередатчика, что делает его полностью независимым.

Полимерная магистраль сохраняет способность к обмену информацией даже после укладки под землю.

5 В одном конкретном осуществлении изобретения для обеспечения возможности обмена информацией даже при глубоком залегании трубопровода - на двух метрах ниже поверхности земли, используют специальный комплект меток RFID, особо приспособленный для влажных сред, как это будет описано далее по тексту настоящего документа.

10 Со ссылкой на Фиг.2 и Фиг.3 сначала описывается первое осуществление способа изготовления способной обмениваться информацией трубы по настоящему изобретению.

Процесс изготовления начинается с первого этапа 131, предусматривающего изготовление трубы из ПВП, представленной трубой 100 на ФИГ.2. Труба 100 имеет ось $x-x'$, обозначенную позиционным номером 101.

15 Затем на втором этапе 132 изготавливают полосу 120, например, из полипропилена, содержащую последовательность расположенных с равномерными промежутками RFID-меток 111, 112 и 113.

Важно отметить, что продольная ось меток 111-112-113 составляет заданный угол α с продольной осью полосы, представленной осью $y-y'$, обозначенной позиционным номером 102.

20 На практике, установка полосы с RFID-метками может быть осуществлена с помощью обычного оберточного устройства, подобного устройству, используемому для нанесения покрытия из алюминиевой фольги. Оберточное устройство является промышленным инструментом, которое известно специалистам в данной области техники и не будет рассматриваться далее.

На этапе 133 процесса выполняют оборачивание трубы полосой согласно Фиг.2, с углом α между осями, как описано выше.

После завершения операции обертывания метки 111, 112 и 113 оказываются точно параллельными оси $x-x'$.

30 Будучи параллельными оси трубы, метки будут иметь оптимальную конфигурацию, обеспечивающую устойчивость к механическим воздействиям, таким как изгибание.

В качестве опции на этапе 134 создают защитный слой или покрытие, например наружный полимерный слой. В конкретном варианте осуществления создают слой полипропилена, предназначенный для предотвращения повреждения антенны радиомаркера.

Фиг.4 иллюстрирует второй вариант осуществления способа изготовления трубы, содержащей метки или RFID метки, установленные с равномерными промежутками.

Процесс содержит этап 141 изготовления полимерной трубы, например, из полиэтилена.

40 На этапе 142 создают полимерную пленку, на которой выравнивают с равномерными промежутками радиомаркеры или метки.

На этапе 143 трубу покрывают полимерным листом, соединяя его концы на генератрисе трубы.

Затем листовым полимер располагают на устройстве.

45 Как правило, специалисты в данной области техники могут использовать обычные известные методы получения покрытия на трубе листовым алюминием, особенно когда труба будет заглублена в загрязненную среду или даже когда труба предназначена для создания канализационной системы, чтобы слой алюминия обеспечивал

формоустойчивость при сгибании.

В описываемом здесь варианте осуществления используют не используемый обычно листовой алюминий, а листовой полимер, на котором устанавливают комбинацию регулярно упорядоченных радиомаркеров или меток.

5 Второй вариант осуществления процесса затем заканчивается этапом 144, на котором выполняют приваривание обоих концов листов, в частном случае, ультразвуковым методом.

В качестве опции можно выполнить этап 145, на котором трубу покрывают защитным слоем, например полипропиленом.

10 Далее со ссылкой на Фиг.5 описывается третий способ изготовления способной обмениваться информацией трубы.

На этапе 151 создают полимерную трубу, например полиэтиленовую.

Затем, на этапе 152 процесс предусматривает создание бесконечной ленты (ширина которой не полностью покрывает всей периферии трубы), на которой с равномерными 15 промежутками установлены радиомаркеры или RFID-метки.

Процесс продолжается этапом 153, на котором ленту приклеивают вдоль генератрисы трубы.

В качестве опции можно выполнить этап 154, на котором трубу покрывают защитным слоем, например полипропиленом.

20 Далее со ссылкой на Фиг.6 описывается четвертый способ изготовления способной обмениваться информацией трубы по настоящему изобретению.

Процесс содержит этап 171, на котором создают полимерную трубу, например полиэтиленовую.

Затем процесс продолжается этапом 162, на котором в качестве опции метке или 25 радиомаркеру придают форму, соответствующую радиусу изгиба трубы.

Затем на этапе 162 процесса прямо на генератрису трубы помещают радиомаркер, которому придана форма на этапе 162.

Затем на этапе 164 в качестве опции радиомаркер покрывают защитным слоем.

30 Далее приводится подробное описание одного варианта осуществления приемопередатчика для радиометки, который может служить для идеальной и предпочтительной реализации полимерной трубы для подземной магистрали.

Такой приемопередатчик является объектом патентной заявки Франции, озаглавленной «антенна для влажной среды», поданной 15 июня 2010 заявителем «Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (C.E.A.)».

35 Можно отметить, что во влажной среде, или даже при пропитывании водой, может происходить значительное ухудшение связи между находящимся на поверхности считывателем и приемопередатчиком в радиометке.

На самом деле, резонансные цепи считывателя и приемопередатчика обычно настроены на одну резонансную частоту ω ($L1.C1.\omega^2=L2.C2.\omega^2=1$). Когда 40 приемопередатчик помещают в такую среду, как воздух, диэлектрическая проницаемость окружающей приемопередатчик среды практически такая же, как у вакуума ($\omega_0=8854,10^{-12}$ Фарад на метр, или относительная диэлектрическая проницаемость $\epsilon_r=1$). Характеристики резонансной цепи приемопередатчика (настройка частоты, добротность) 45 стабильны и имеют номинальные значения.

С другой стороны, во влажной среде присутствие воды значительно изменяет диэлектрическую проницаемость окружающей приемопередатчик среды, доводя ее до очень больших значений - в несколько десятков, намного превышающих

диэлектрическую проницаемость воздуха $\epsilon_r=1$. В результате значительно возрастают паразитные емкости, возникающие между различными частями индуктивной цепи (L2) антенны приемопередатчика, сильно сбивающие настройку между считывателем и приемопередатчиком и, тем самым значительно ухудшающие добротность и качество передачи (дистанционное питание и обмен информацией).

Для того чтобы сделать настройку метки нечувствительной к влажной среде, в которую она помещена, предлагается новая схема катушки индуктивности колебательного контура, имеющегося внутри приемопередатчика. Конкретнее, предлагается антенна, разделенная на блоки или на пары секций, соединенные определенным образом в резонансные блоки, имеющие одинаковую резонансную частоту, причем каждый блок имеет индуктивность, достаточно низкую для того, чтобы емкостной элемент данного блока имел емкость, достаточную для того, чтобы сделать паразитные емкости, зависящие от диэлектрической проницаемости влажной среды, пренебрежимо малыми даже при высоких значениях диэлектрической проницаемости.

Путем снижения значения индуктивности каждого резонансного блока повышают значение емкости резонансной цепи, в результате становящейся менее чувствительной к паразитным емкостям, присутствующим в различных частях цепи и зависящим от диэлектрической проницаемости среды.

Кроме того, на приемлемом уровне поддерживается напряжение, получаемое на выводах антенны и служащее источником электропитания для работы заключенного в метке чипа.

Таким образом, за счет новой и оригинальной схемы можно достичь снижения значения импеданса без необходимости уменьшения числа витков плоскостной намотки антенны (индуктивность имеет квадратичную зависимость от количества витков) или даже увеличения размеров антенны, расположенной на вогнутой поверхности полимерной трубы.

В упрощенном варианте осуществления образованные таким образом выводы резонансной антенны соединены друг с другом напрямую. При этом получается простой резонатор с характеристиками частотной настройки и добротности, не ухудшаемыми влажной средой, и данный резонатор пригоден для работы ответчиком в системах с простейшей маркировкой.

В варианте осуществления, выполненном с возможностью работы с электронным чипом, может потребоваться внедрении согласующей цепи между индуктивной резонансной антенной и электронным чипом.

На Фиг.7 подробно показана общая архитектура индуктивной высокочастотной антенны, которую можно применить в радиометке, устанавливаемой на полимерной трубе для подземных инженерных сетей.

Резонатор 4 (ANT), образованный резонансными блоками, примеры которых описываются далее по тексту, подключен к электронному чипу 22 через согласующую цепь 5. Такую согласующую цепь, например, можно собрать из катушки индуктивности (например, плоскостной индуктивной намотки), включенной последовательно с намотками резонатора. Емкостной элемент C2 участвует в согласовании, но может быть интегрирован в чип 22, как показано на иллюстрации. Элемент C2 включен параллельно с электронными цепями чипа 22. Катушка индуктивности L2' предпочтительно имеет малый размер по сравнению с резонансной индуктивной антенной 4. Индуктивный элемент L2' подбирают таким образом, чтобы цепь L2'C2 настраивалась на частоту радиочастотного поля для достижения эффекта перенапряжения. Индуктивный элемент L2', не требующий извлечения индуцированного

магнитным радиочастотным полем напряжения, предпочтительно выбирают имеющим малые размеры, чтобы искажения, вводимые в резонансные характеристики цепи $L_2'C_2$ влажной средой, только незначительно влияли на работу метки. В нижеследующем описании термин «антенна» будет означать резонансную индуктивную антенну 4.

5 Фиг.8 является упрощенным видом в перспективе варианта осуществления антенны, который может использоваться для устанавливаемой на полимерной трубе радиометки.

Фиг.9 является видом в разрезе по плоскости VI Фиг.8.

Антенна 4 образована двумя идентичными плоскостными проводящими намотками 42 и 44 на двух поверхностях изолирующей подложки 46. Намотки расположены
10 вертикально друг над другом. Подложкой является, например, плоская листовая изоляция типа, использующегося в настоящее время в плоских антеннах. Намотки прерываются, предпочтительно с равномерными промежутками, таким образом, чтобы на каждой поверхности подложки образовывался ансамбль расположенных друг над другом идентичных проводящих дорожек, формирующих секции микрополосковых
15 линий, причем эти секции микрополосковых линий смежно собраны по две в соответствии с компоновкой намоток, формирующих резонансные блоки.

В пределах одного резонансного блока проводящие дорожки двух секций линий соединены с геометрической точкой непрерывности согласно компоновке намоток в соответствии с двумя вариантами осуществления изобретения, которые будут
20 рассмотрены ниже. Резонансные блоки соединены друг с другом согласно компоновке намоток между одним концом первого блока, подсоединенного к выводу 41 антенны 4, и одним концом последнего блока, подсоединенного к выводу 43 антенны 4. Подсоединения выполнены с помощью факультативных соединений на одной поверхности или с помощью сквозных электрических соединений с одной поверхностью
25 до другой (перемычки).

Согласно показанному на Фиг.8 варианту осуществления изобретения, антенна образована тремя резонансными блоками 52, 54 и 56 двух секций микрополосковых линий, формирующих ансамбль четырех проводящих дорожек, причем каждый ансамбль содержит две первые дорожки 522, 524, 542, 544, 562, 564 на первой поверхности
30 подложки напротив двух вторых дорожек 526, 528, 546, 548, 566, 568 на второй поверхности. Первые секции микрополосковых линий на каждом блоке соответственно образуются из пар дорожек 522 и 526, 542 и 546, 562 и 566, а вторые секции образуются из пар дорожек 524 и 528, 544 и 548, 564 и 568. Две дорожки в пределах одного резонансного блока и одной поверхности геометрически располагаются одна за другой
35 в соответствующей намотке 42 или 44.

Таким образом, первый вывод 41 антенны 4 подсоединен к первому концу 5222 дорожки 522 (например, условно образуя полурамку), второй конец которой обращен, не будучи подсоединенным, ко второму концу 5244 дорожки 524 первого блока 52. Дорожка 524 продолжает намотку 42 и подсоединена (контакт 582) своим первым
40 концом 5242 к первому концу 5422 дорожки 542 первого блока 54. Такая конструкция повторяется по всей длине первой намотки 42. При этом первый конец 5622 дорожки 562 третьего блока 56 электрически соединен (контакт 584) с концом 5442 дорожки 544 блока 54. Вторым концом 5624 дорожки 562 обращен, не будучи подсоединенным, ко второму концу 5644 дорожки 564 блока 56. Первый конец 5642 дорожки 564 заканчивает
45 намотку подсоединением ко второму выводу 43 антенны.

На стороне второй поверхности аналогичный рисунок повторяется вторыми дорожками 526, 528, 546, 548, 566, и 568 блоков 52, 54, и 56. Первые соответствующие выводы 5262, 5462, 5662, 5282, 5482, и 5682 дорожек 526, 546, 566, 528, 548, и 568 тем не

менее оставлены плавающими.

В показанном на Фиг.8 варианте осуществления вторые соответствующие концы 5224, 5424 и 5624 дорожек 522, 542 и 562 первой намотки 42 соединены (например, перемычками 523, 543 и 563 соответственно) со вторыми соответствующими концами 5284, 5484 и 5684 дорожек 528, 548 и 568 соответствующего блока, сформированного во второй намотке 44. Вторые соответствующие концы 5244, 5444 и 5644 дорожек 524, 544 и 564 первой намотки 42 соединены со вторыми соответствующими концами 5264, 5464 и 5664 дорожек 526, 546 и 566 соответствующего блока, сформированного во второй намотке 44.

Как вариант, контакты 582 и 584 выполняют на намотке 44 (соответствующим соединением концов 5462 и 5282 с концами 5662 и 5482), а вторые концы 5422, 5622, 5242 и 5442 дорожек 542, 524, 562 и 544 оставляют плавающими. В данном варианте выводы антенны соответствуют концам 5262 и 5682 дорожек 526 и 568.

Обе поверхности покрывают изоляционным лаком 482, 484 (Фиг.6), после того как на них была смонтирована электронная цепь (чип 22), возможно с внедренной согласующей цепью 5. Собранный узел затем можно установить (например, приклеить) на наружной поверхности трубы 3. Окончательным этапом собранный узел покрывают защитной пленкой 49.

Можно считать, что каждый блок 52, 54, 56 резонансной дорожки представляет собой соединение Мебиус-типа между двумя секциями линий (смотри, например, статью «Analysis of the Moebius Loop Magnetic Field Sensor», автор P.M. Duncan, опубликованную в IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility за май 1974 года, в которой описывается соединение Мебиус-типа между двумя секциями коаксиальных линий). Разные резонансные блоки, таким образом, геометрически расположены конец-к-концу в инволютном виде, причем электрическое соединение между двумя соседними блоками предпочтительно выполняют в одном проводящем уровне. Отсутствует электрическая непрерывность в пределах одного блока между двумя электрическими контактами, соединяющими данный блок с соседними блоками или с выводами 41, 43 антенны 4.

Фиг.10 является видом в поперечном разрезе первого типа блоков антенны, которая может быть использована в изготовлении радиометки для полимерной трубы.

На Фиг.10А показана соответствующая электрическая схема показанного на Фиг.10 блока.

Каждая первая дорожка 542 или 544, сформированная в первом проводящем уровне или намотке, соединена своим вторым концом через контакт 543 и соответствующий контакт 545 со второй дорожкой 548 или 548, расположенной вертикально над другой первой дорожкой в другом уровне намотки (перекрестное соединение). Первые концы дорожек 542 и 544 образуют собой выводы доступа к блоку, соответствующим образом соединенному с выводами доступа соседних блоков 52 и 56. Первые концы дорожек 546 и 548 оставлены плавающими.

С электрической точки зрения и согласно иллюстрации Фиг.10А, эквивалентная электрическая схема такого блока соответствует электрическому последовательному соединению катушки индуктивностью L_{54} и конденсатора емкостью C_{54} . Индуктивность L_{54} представляет собой индуктивность одной проводящей дорожки, эквивалентной ассоциации проводящих дорожек блока 54, плюс взаимную индуктивность между этой эквивалентной дорожкой и эквивалентными дорожками, ассоциированными аналогичным образом с другими блоками. Емкость C_{54} представляет собой емкость, образованную дорожками блока 54 между дорожками 542 и 544 первого уровня и между дорожками 546 и 548 второго уровня (принимая во внимание диэлектрическую

проницаемость изолирующей подложки 46). Разные резонансные цепи электрически соединены последовательно в антенну.

Импеданс резонансного блока 54 в данном варианте осуществления (без учета омических потерь в проводящих дорожках и диэлектрических потерь) рассчитывается как $Z = jL54\omega + 1/jC54\omega$.

Фиг.11 является видом в поперечном разрезе блока по второму варианту осуществления изобретения.

Согласно второму варианту осуществления изобретения, вторые соответствующие друг другу концы дорожек 542 и 544 первой катушки оставлены плавающими (неподключенными), а вторые соответствующие друг другу концы дорожек 546 и 548 второй катушки этого же блока соединены друг с другом (к 57). Этим исчерпываются отличия от первого варианта осуществления изобретения.

С электрической точки зрения и согласно иллюстрации Фиг.11А, считая, что в двух вариантах осуществления дорожки имеют одинаковую длину, варианты по Фиг.11 и Фиг.11А соответствуют последовательному соединению индуктивного элемента индуктивностью $L54$ с емкостным элементом емкостью $C54/4$, где $L54$ и $C54$ представляют собой индуктивность и емкость блока 54, определенные согласно Фиг.10А.

Импеданс пары секций в данном варианте осуществления (без учета омических потерь в проводящих дорожках и диэлектрических потерь) рассчитывается как $Z = jL54\omega + 1/j(C54/4)\omega$.

В данном варианте осуществления уменьшается эквивалентная емкость, но исключается взаимное соединение перемычками в каждом блоке. Описанные выше два варианта осуществления изобретения могут быть скомбинированы.

Предлагаемая специальная конструкция антенны позволяет для конкретной частоты настройки сформировать блоки небольшой индуктивности, которые соответственно ассоциированы с большими емкостями (за счет чего нечувствительны к паразитным емкостям, свойственным влажным средам).

Таким образом, используется преимущество толщины диэлектрика, позволяющее сформировать не пренебрежимо малую емкость (более 150 пФ).

Длины затем адаптируют к рабочей частоте антенны таким образом, чтобы каждый блок соответствовал настройке, то есть $LC\omega^2 = 1$ ($L54C54\omega^2$ для блока 54 согласно варианту осуществления по Фиг.10А и $L54C54/4\omega^2$ для блока 54 согласно варианту осуществления по Фиг.11А).

Имеется возможность для определения размера антенны использовать аппроксимативное правило. Для этого общая индуктивность $L0$ считается равной индуктивности катушки, эквивалентной параллельной ассоциации двух катушек 42 и 44, разделенной на квадрат числа витков (число витков общее для катушек 42 и 44). Общая емкость $C0$ также считается равной общей емкости, содержащейся между дорожками первого уровня и дорожками второго уровня с учетом диэлектрической проницаемости изолирующей подложки 46. Если n резонансных блоков с равномерными промежутками распределены по витку катушки, подлжит соблюдению аппроксимативное правило $L0C0(\omega/n)^2 = 1$ в первом варианте осуществления (Фиг.10) и $L0(C0/4)(\omega/n)^2 = 1$ во втором варианте осуществления (Фиг.11). Если резонансные блоки занимают более одного витка, то учитывают число витков. Например, для более двух витков используют значение $n=1/2$.

Эквивалентный импеданс антенны 4 может быть выведен из последовательного соединения импедансов Z каждого блока. Напряжение, извлекаемое антенной 4 при

помещении в магнитное поле, может быть рассчитано по подсоединенной к антенне нагрузке, с учетом того, что источник напряжения включен последовательно с его эквивалентным импедансом. Величина этого источника напряжения соответствует электродвижущей силе, индуцируемой в радиочастотном магнитном поле в намотке, эквивалентной параллельной ассоциации намоток 42 и 44.

Можно видеть, что длины проводящих элементов и величины емкостей можно варьировать в соответствии с распределением блоков в одном или другом варианте осуществления изобретения. Значения емкостных элементов перестают быть пренебрежимо малыми, и антенна становится менее чувствительной к искажениям, возникающим в результате воздействия окружающей ее среды.

Такой путь создания антенны также позволяет разделить электрическую цепь и избегать имеющих слишком большой длины индуктивных элементов, в которых ток не сможет циркулировать равномерно (по амплитуде и фазе). На самом деле, взаимное соединение пар соответствует последовательному соединению нескольких резонансных цепей с одинаковой резонансной частотой. Чем меньше значение индуктивностей цепи, тем меньшими будут эффекты дрейфа тока за счет паразитной емкости.

Разные блоки не обязательно должны иметь одинаковую длину при условии соответствия каждого блока резонансному отношению, возможно с внедренным конденсатором.

Конденсаторы могут быть внедрены между различными блоками. Тем не менее, для того, чтобы не изменять в худшую сторону толщину, предпочтительно варьировать толщину подложки 46.

В иллюстрируемом Фиг.8 варианте осуществления предпочтительно используют толщины следующих порядков величины:

Подложка 46: менее 200 мкм

Проводящие слои, формирующие намотки 42 и 44: менее 50 мкм, например 35 мкм
Лак 482 и 484: порядка нескольких десятков мкм

Пленка 49: максимум несколько сотен мкм, предпочтительно, менее 100 мкм

Эти толщины могут быть другими, но можно видеть, что сформированный приемопередатчик исключительно тонок (имея в предпочтительном варианте осуществления толщину менее 1 мм), будучи нечувствительным к вариациям паразитных емкостей, возникающих в присутствии влажной среды.

В качестве конкретного варианта осуществления изобретения согласно Фиг.5 была выполнена антенна, предназначенная для работе на частоте 13,56 МГц и

сформированная на подложке с толщиной 100 мкм и удельной емкостью 42,5 пФ/см² в виде пяти прямоугольных рамок на каждой поверхности подложки со следующими характеристиками (без учета разных длин блоков):

Размер рамки: примерно 210 мм на 50 мм;

Ширина медных дорожек, расположенных на подложке (1,82 мм);

Индуктивность $L_0=300$ нГн;

Емкость C_0 - 1850 пФ, то есть $C_{54}=185$ пФ в первом варианте осуществления и $C_{54}=370$ пФ ($C_{54}/4=93$ пФ) во втором варианте осуществления изобретения.

Используя вышеприведенные функциональные указания, специалисты в данной области техники могут изготовить антенну, то есть и приемопередатчик, современными методами изготовления интегральных схем на гибкой основе. В частности, создание взаимных соединений между уровнями в вариантах осуществления по Фиг.5 и Фиг.7 может потребовать смещения соответствующих друг другу концов дорожек в каждой из намоток.

Вышеописанные процессы изготовления могут быть использованы для производства полимерной трубы с содержащимся внутри нее комплектом радиометок.

Вместе с тем, можно рассмотреть и другой вариант осуществления изобретения, в котором радиометка расположена внутри модуля, который крепят на зажимах, на клипсах, на винтах, на клею, на сварке согласно иллюстрациям на Фиг.12А - Фиг.12С.

Преимущество полимерной трубы с вмонтированной радиометкой

В газовой промышленности, уже широко использующей полиэтилен по соображениям надежности, изобретение дает адекватный ответ на постоянные требования газораспределительных операторов: определение местоположения и трассировка магистралей с поверхности, а также очевидная необходимость повышения безопасности подземных сетей.

Таким образом, изобретение значительно улучшает эксплуатационные качества укладываемых под землей полимерных труб, придавая им способность, во первых, быть обнаруженными и, во вторых, обмениваться информацией. С поверхности земли магистралей из таких труб можно обнаружить, идентифицировать и получить их характеристики. Значительно улучшается возможность оперативного контроля магистралей.

- Возможность обнаружить трубу: обеспечивает безопасность для оператора. Одной из частых причин взрывов газа является невозможность обнаружить пролегающую в зоне проведения работ трубу.

- Трассировка магистралей позволяет легко обновлять карты. Оснащенные интеллектуальными устройствами трубы могут также дать дополнительную информацию.

Формула изобретения

1. Полимерная труба для подземного трубопровода, содержащая полимерную трубу; множество радиометок, установленных с равномерными промежутками вдоль указанной трубы; защитный слой для указанных меток,

причем указанные радиометки содержат резонансную цепь, разделенную на соединенные между собой блоки низкой индуктивности, вследствие чего результирующая резонансная цепь имеет повышенное значение емкости, являясь при этом менее чувствительной к присутствующим паразитным емкостям, зависящим от диэлектрической проницаемости среды, особенно, во влажной среде.

2. Полимерная труба по п. 1, отличающаяся тем, что указанные радиометки расположены на обернутой вокруг трубы полосе.

3. Полимерная труба по п. 1, отличающаяся тем, что указанные радиометки расположены на листе полимера до приваривания концов указанного листа к трубе.

4. Полимерная труба по п. 1, отличающаяся тем, что указанные радиометки расположены на бесконечной ленте, приклеенной на одной из генератрис трубы.

5. Полимерная труба по п. 1, отличающаяся тем, что указанные радиометки приклеены прямо к ней после придания формы.

6. Полимерная труба по п. 2, отличающаяся тем, что содержит защитный полимерный слой, защищающий радиометки в процессе сгибания и уплотнения трубы и при выполнении предмонтажных и монтажных работ.

7. Полимерная труба по любому из пп. 1-6, отличающаяся тем, что содержит средство связи для сообщения идентификационных данных и относящихся к процессу изготовления трубы характеристик, а также для определения местоположения трубы.

8. Полимерная труба по п. 7, отличающаяся тем, что выполнена с возможностью

изготовления из нее водораспределительной, например, для питьевой воды, или газовой магистрали, или защиты электрического или оптоволоконного кабеля.

9. Полимерная труба по п. 1, отличающаяся тем, что указанные радиометки расположены внутри отдельного модуля, который может быть прикреплен к трубе 5 зажимами, винтами, приклеиванием или привариванием.

10. Способ изготовления полимерной трубы, предназначенной для подземной 10 магистрали, содержащий следующие этапы: обеспечение полимерной трубы; обеспечение полосы, содержащей последовательность RFID-меток, продольная ось каждой из которых расположена под углом α к оси указанной полосы; обертывание полимерной трубы указанной полосой под углом, равным указанному углу α , так, чтобы продольные 10 оси RFID-меток были параллельны оси трубы; факультативное покрытие защитным слоем,

причем указанные радиометки содержат резонансную цепь, разделенную на соединенные между собой блоки низкой индуктивности, вследствие чего результирующая 15 резонансная цепь имеет повышенное значение емкости, являясь при этом менее чувствительной к присутствующим паразитным емкостям, зависящим от диэлектрической проницаемости среды, особенно, во влажной среде.

11. Способ изготовления полимерной трубы, предназначенной для подземной 20 магистрали, содержащий следующие этапы: обеспечение полимерной трубы; обеспечение полимерного листа, снабженного установленными с равномерными промежутками радиометками; покрытие трубы указанным полимерным листом с выравниванием 20 концов; приваривание концов; факультативное покрытие защитным слоем,

причем указанные радиометки содержат резонансную цепь, разделенную на соединенные между собой блоки низкой индуктивности, вследствие чего результирующая 25 резонансная цепь имеет повышенное значение емкости, являясь при этом менее чувствительной к присутствующим паразитным емкостям, зависящим от диэлектрической проницаемости среды, особенно, во влажной среде.

12. Способ изготовления полимерной трубы, предназначенной для подземной 30 магистрали, содержащий следующие этапы: обеспечение полимерной трубы; обеспечение бесконечной ленты, снабженной установленными с равномерными промежутками RFID-метками; приклеивание ленты; факультативное покрытие защитным слоем,

причем указанные радиометки содержат резонансную цепь, разделенную на соединенные между собой блоки низкой индуктивности, вследствие чего результирующая 35 резонансная цепь имеет повышенное значение емкости, являясь при этом менее чувствительной к присутствующим паразитным емкостям, зависящим от диэлектрической проницаемости среды, особенно, во влажной среде.

13. Способ изготовления полимерной трубы, предназначенной для подземной 40 магистрали, содержащий следующие этапы: обеспечение полимерной трубы; придание радиометке формы, совпадающей с радиусом изгиба трубы; приклеивание непосредственно на генератрису трубы; факультативное покрытие защитным слоем,

причем указанные радиометки содержат резонансную цепь, разделенную на соединенные между собой блоки низкой индуктивности, вследствие чего результирующая 45 резонансная цепь имеет повышенное значение емкости, являясь при этом менее чувствительной к присутствующим паразитным емкостям, зависящим от диэлектрической проницаемости среды, особенно, во влажной среде.

14. Способ по любому из пп. 10-13, отличающийся тем, что указанный защитный слой выполняют из полимерного материала.

15. Способ по любому из пп. 10-13, отличающийся тем, что указанные радиометки

содержат средство связи для сообщения идентификационных данных и относящихся к процессу изготовления трубы характеристик, а также сведений для определения местоположения трубы.

5

10

15

20

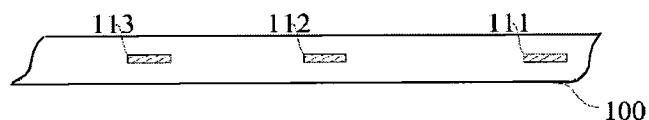
25

30

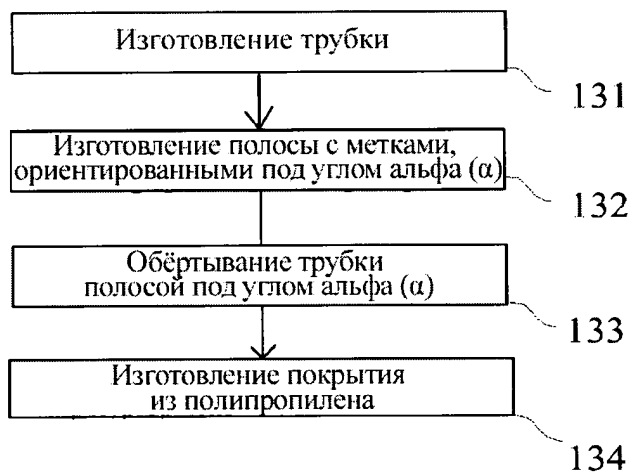
35

40

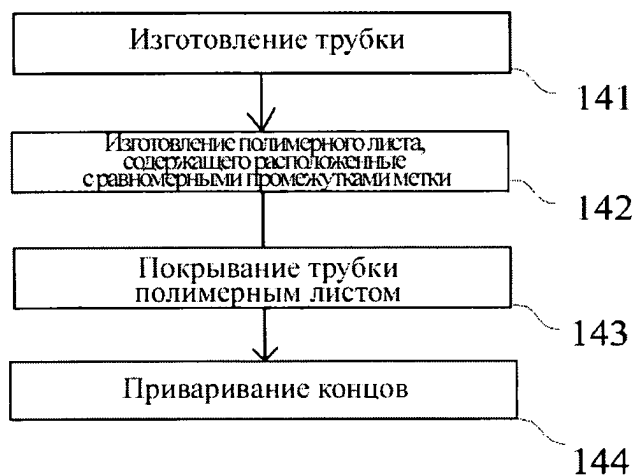
45



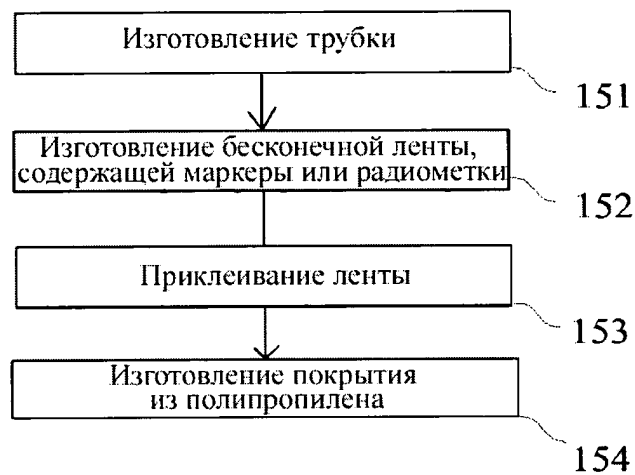
ФИГ. 1



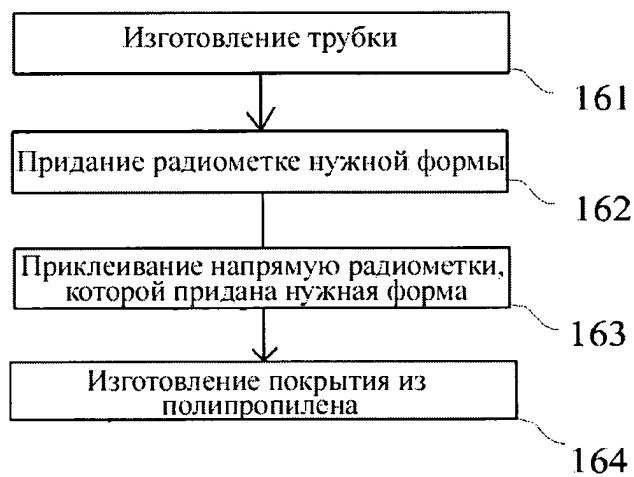
ФИГ. 3



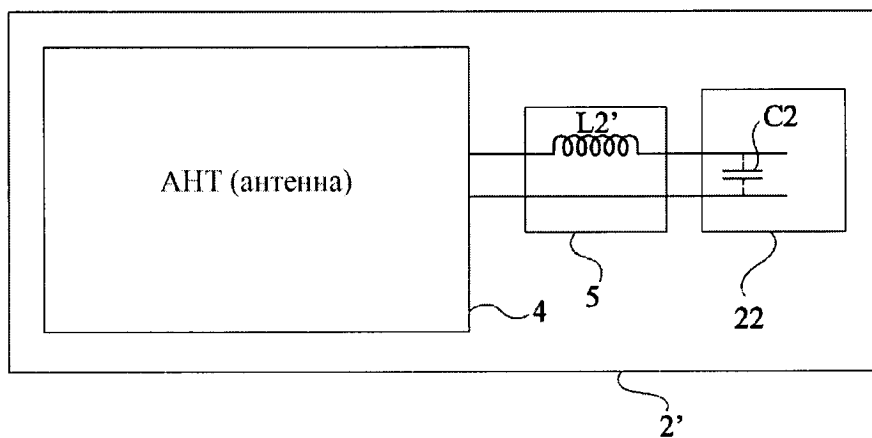
ФИГ. 4



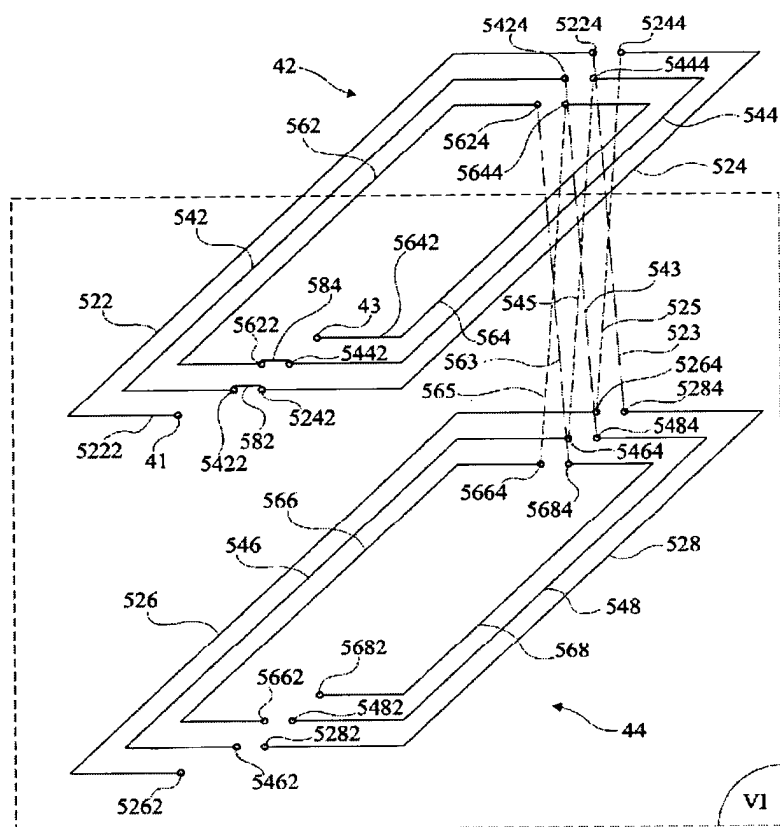
ФИГ. 5



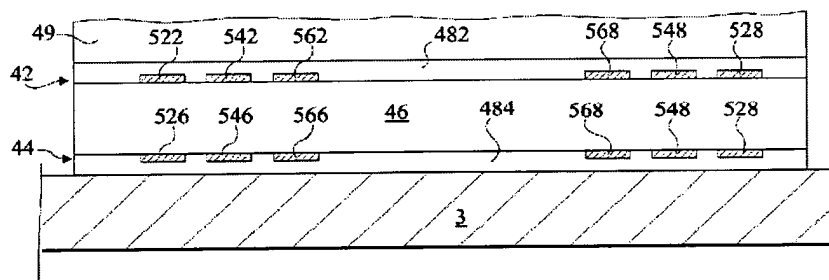
ФИГ. 6



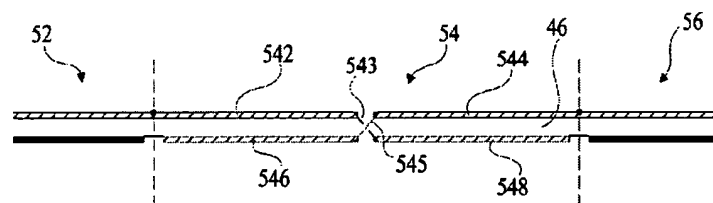
ФИГ. 7



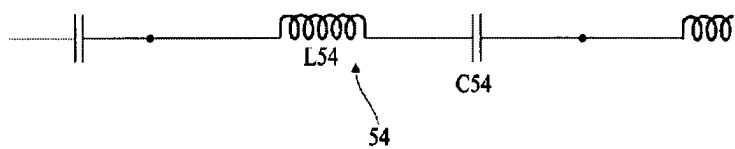
ФИГ. 8



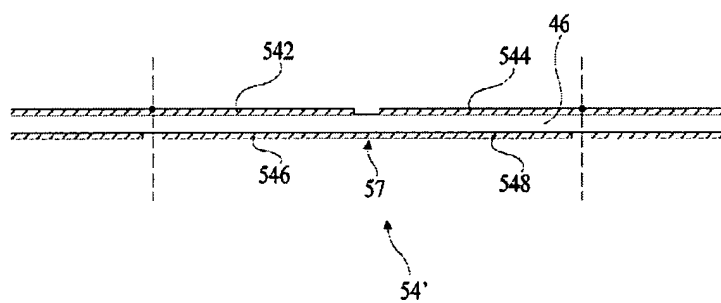
ФИГ. 9



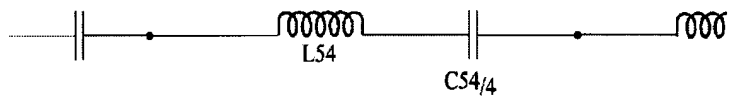
ФИГ. 10



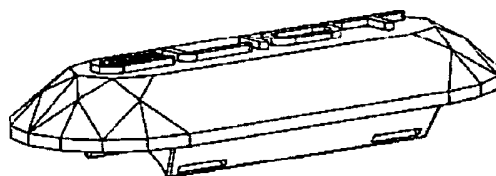
ФИГ. 10А



ФИГ. 11

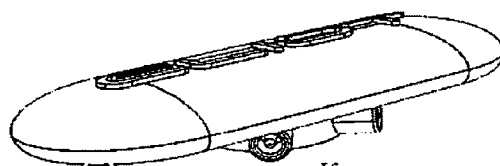


ФИГ. 11А



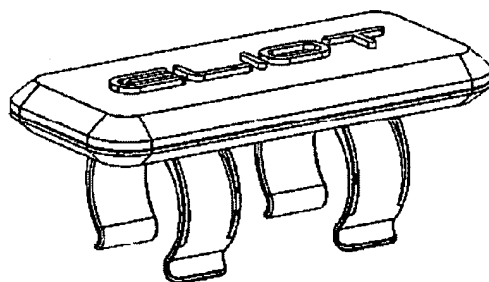
Крепление на зажимах

ФИГ. 12А



Крепление на сварке

ФИГ. 12В



Крепление на клипсах

ФИГ. 12С