



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2007130123/28**, **15.12.2005**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**15.12.2005**(30) Конвенционный приоритет:  
**07.01.2005 US 11/031,953**(43) Дата публикации заявки: **20.02.2009**(45) Опубликовано: **20.08.2010** Бюл. № 23(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **US 6577140 B1**, **10.06.2003**. **US 3946726 A**,  
**30.03.1976**. **SU 390418 A**, **26.11.1973**.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную  
фазу: **07.08.2007**(86) Заявка РСТ:  
**US 2005/045734** (**15.12.2005**)(87) Публикация РСТ:  
**WO 2006/073752** (**13.07.2006**)

Адрес для переписки:  
**129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,**  
**ООО "Юридическая фирма Городисский и**  
**Партнеры", пат.пов. Ю.Д. Кузнецову**

(72) Автор(ы):

**АНДЕРСОН Уильям Томас (US),**  
**УЭЛЛС Кристофер Эшли (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**РОУЗМАУНТ ИНК. (US)**(54) СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗРЫВА ИЛИ УТОНЧЕНИЯ  
ДИАФРАГМ

(57) Реферат:

Система диагностики многослойных диафрагм для использования в устройстве производственного процесса содержит многослойную диафрагму и средство диагностики. Диафрагма выполнена с возможностью связывания устройства производственного процесса с технологическим флюидом и имеет множество слоев. Первый слой из множества слоев подвергается воздействию технологического флюида. Средство диагностики связано с диафрагмой для контроля электрического параметра диафрагмы и

определения в ответ на это рабочего состояния диафрагмы на основе изменения в контролируемом электрическом параметре, причем электрический параметр представляет собой функцию от приложенного к диафрагме изменяющегося во времени сигнала. Также предложен еще один вариант системы диагностики многослойных диафрагм и способ определения рабочего состояния многослойной изолирующей диафрагмы. Изобретение обеспечивает диагностику диафрагм в режиме реального времени. 3 н. и 32 з.п. ф-лы, 9 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007130123/28, 15.12.2005**(24) Effective date for property rights:  
**15.12.2005**(30) Priority:  
**07.01.2005 US 11/031,953**(43) Application published: **20.02.2009**(45) Date of publication: **20.08.2010 Bull. 23**(85) Commencement of national phase: **07.08.2007**(86) PCT application:  
**US 2005/045734 (15.12.2005)**(87) PCT publication:  
**WO 2006/073752 (13.07.2006)**

Mail address:  
**129090, Moskva, ul.B.Spasskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
pat.pov. Ju.D. Kuznetsovu**

(72) Inventor(s):  
**ANDERSON Uill'jam Tomas (US),  
UEhLLS Kristofer Eshli (US)**(73) Proprietor(s):  
**ROUZMAUNT INK. (US)**(54) **DIAGNOSTIC SYSTEM FOR DETERMINING DIAPHRAGM RAPTURE OR THINNING**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: multilayer diaphragm diagnosis system for use in a production process device has a multilayer diaphragm and diagnostic apparatus. The diaphragm is made with possibility of linking the production process device to process fluid and has several layers. The first layer from several layers is exposed to the process fluid. The diagnostic apparatus is connected to the diaphragm so as to monitor the electrical parametre of the diaphragm and

in turn determine the operating condition of the diaphragm based on change in the monitored electrical parametre, where the electrical parametre is a function of the time varying signal applied to the diaphragm. Disclosed also is one more version of the multilayer diaphragm diagnosis system and a method of determining the operating condition of a multilayer insulating diaphragm.

EFFECT: invention enables real time diagnosis of a diaphragm.

35 cl, 9 dwg

### Предпосылки изобретения

Настоящее изобретение относится к диафрагмам для использования в инструментальных средствах производственного процесса, более конкретно к системе диагностики для обнаружения разрыва или утончения диафрагм.

5 Многие промышленные приборы включают в себя элемент диафрагмы, связанный с производственным процессом, для измерения параметра процесса. Например, некоторые передатчики давления включают в себя изолирующую диафрагму, которая связана с производственным процессом. Измерения давления  
10 могут осуществляться непосредственно с диафрагмы на основе отклонения диафрагмы в соответствии с давлением или могут осуществляться косвенным образом, с помощью дистанционного датчика давления, который связан с изолирующей диафрагмой посредством капилляра, заполненного флюидом. Разрыв или утончение диафрагмы может привести к изменению отсчетов, получаемых при  
15 измерениях, и/или обусловить утечку технологического флюида из производственного процесса. Дополнительно заполняющий флюид из капилляра, заполненного флюидом, может вытекать через разрыв в изолирующей диафрагме и вводить загрязнения в процесс.

20 Традиционным образом один способ обнаружения разрыва изолирующей диафрагмы дистанционного датчика давления использует выводы, продолжающиеся в заполнение флюидом. Измерительное устройство, связанное с выводами, предназначено для определения изменения в сопротивлении между двумя  
25 проводами. Если проводящий технологический флюид протекает через разрыв в изолирующей диафрагме, то сопротивление между выводами изменяется, тем самым указывая на разрыв. Другим способом является контроль резкого изменения в измерении передатчика, что может указывать на разрыв. Однако эти способы только выявляют разрыв диафрагмы после того, как разрыв произошел и,  
30 возможно, после того как произошла утечка заполняющего флюида в производственный процесс.

В технике имеется постоянная потребность в обнаружении в реальном времени утончения или разрыва диафрагм. Варианты осуществления настоящего изобретения обеспечивают решения этих проблем и обеспечивают преимущество по сравнению с  
35 традиционными системами диагностики.

### Сущность изобретения

Система диагностики диафрагм для использования в устройстве производственного процесса содержит диафрагму и средство диагностики.  
40 Диафрагма связывает устройство производственного процесса с технологическим флюидом и имеет множество слоев. Первый слой из множества слоев подвергается воздействию технологического флюида. Средство диагностики связано с диафрагмой для контроля электрического параметра диафрагмы и в ответ на это выводит рабочее состояние диафрагмы на основе изменения в контролируемом  
45 электрическом параметре.

### Краткое описание чертежей

Фиг.1 - упрощенная диафрагма передатчика процесса с изолирующей диафрагмой согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

50 Фиг.2 - увеличенный упрощенный вид в поперечном сечении изолирующей диафрагмы по фиг.1.

Фиг.3 - увеличенный упрощенный вид в поперечном сечении изолирующей диафрагмы по фиг.2, выполненной с возможностью электронного обнаружения

уточнения или разрушения диафрагмы согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг.4 - упрощенная блок-схема процесса для вывода рабочего состояния изолирующей диафрагмы согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг.5 - упрощенная блок-схема электронной системы диагностики согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг.6 - упрощенная блок-схема электронной системы диагностики после возникновения коррозии или утончения под действием технологического флюида согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг.7 - упрощенная блок-схема альтернативного варианта электронной системы диагностики согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг.8 - упрощенная блок-схема альтернативного варианта электронной системы диагностики согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг.9А - упрощенный вид в поперечном сечении электронной системы диагностики разрыва, выполненной с возможностью обнаружения утончения или разрыва части утонченной стенки вихревого расходомера согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг.9В - расширенное изображение поперечного сечения части утонченной стенки вихревого расходомера по фиг.9А.

#### Детальное описание

На фиг.1 показана упрощенная диаграмма передатчика промышленного процесса с функцией обнаружения разрыва, согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Система 100 содержит передатчик 102, коммуникативно связанный с центром 104 управления посредством канала 106 связи, который может быть проводным или беспроводным. Канал 106 связи связывает электронные схемы, находящиеся внутри корпуса передатчика 102, для контроля и управления, осуществляемого системами в центре 104 управления.

Дополнительно часть 108 основания передатчика 102 связана со стенкой 110 резервуара производственного процесса с помощью привариваемой опоры 112, которая приварена к стенке 110 резервуара в месте 114 сварного соединения. Передатчик 102 связан резьбовым соединением с привариваемой опорой 112, так что изолирующая диафрагма 116 непосредственно открыта действию технологического флюида в резервуаре через отверстие в стенке 110 резервуара.

На фиг.2 представлен увеличенный вид поперечного сечения части 108 основания передатчика 102 на фиг.1. Часть 108 основания смонтирована на стенке 110 резервуара посредством привариваемой опоры 112, которая прикреплена к стенке 110 резервуара в месте 114 сварного соединения. Изолирующая диафрагма 116 непосредственно открыта действию технологического флюида в резервуаре через отверстие 118 в стенке 110 резервуара, с одной стороны, и материалу 120 заполнителя-флюида в заполненной флюидом полости 122, с другой стороны. В типовом случае изменения в давлении технологического флюида по отношению к изолирующей диафрагме 116 переносятся через заполнитель-флюид 120 в полости 122 к дистанционному датчику давления (не показан), который связан с изолирующей диафрагмой 116 через заполненный флюидом капилляр 124.

Изолирующая диафрагма 116 представляет собой многослойную емкостную структуру (детально показана на фиг.3). В общем случае многослойная изолирующая диафрагма 116 является достаточно тонкой и гибкой для отклонения в ответ на давление технологического флюида. Многослойная диафрагма 116 связана

с электронными схемами, находящимися в корпусе передатчика и адаптированными для обеспечения электронной индикации разрыва, согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

На фиг.3 представлен увеличенный вид поперечного сечения структуры 300 изолирующей диафрагмы, согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Следует иметь в виду, что структура 300 изолирующей диафрагмы на фиг.3 показана не в масштабе, а в сильно увеличенном виде в целях пояснения.

Структура 300 изолирующей диафрагмы включает в себя передатчик 302 с заполненной флюидом полостью 304 и структуру 306 изолирующей диафрагмы. Структура 306 изолирующей диафрагмы является многослойной структурой, содержащей первый проводящий слой 308 и второй проводящий слой 310, разделенные диэлектрическим материалом 312, который предпочтительно является твердым диэлектрическим материалом.

Предпочтительно первый проводящий слой 308 имеет поверхность 314, которая непосредственно открыта действию технологического флюида (смоченная поверхность). В типовом случае первый проводящий слой 308 электрически связан с технологической магистралью, трубопроводом или резервуаром, который, в свою очередь, связан с электрическим заземлением 316. Второй проводящий слой 310 снабжен одним или более выводами 318 для измерения изменения емкости или комплексного импеданса структуры 306 диафрагмы.

В общем случае емкость является отношением заряда к потенциалу напряжения. В конденсаторе с параллельными пластинами, который является одним типом конденсатора, рассматриваемого в настоящем изобретении, емкость определяется по следующей формуле:

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

где  $\epsilon_0$  - диэлектрическая проницаемость (диэлектрическая постоянная),  $A$  представляет площадь пластины и  $d$  представляет расстояние между двумя пластинами. Если, как в предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения, диэлектрик образован твердым материалом, то расстояние ( $d$ ) и диэлектрическая постоянная ( $\epsilon_0$ ) остаются, по существу, постоянными. Однако если площадь ( $A$ ) пластин изменяется (например, вследствие коррозии или износа), то емкость изменяется. Следовательно, если непроводящий материал, протекающий по трубопроводу, вызывает коррозию первой проводящей пластины 308, то площадь ( $A$ ) первой проводящей пластины 308 изменяется, вызывая тем самым измеримое изменение в емкости изолирующей диафрагмы 306. Изменение в емкости изолирующей диафрагмы 306 может обеспечить индикацию того, что изолирующая диафрагма 306 требует обслуживания или замены.

Если технологический флюид в трубопроводе является непроводящим или находится в неконденсированном газовом состоянии (или если технологический трубопровод является пустым, как в случае, когда система отключена), обнаружение разрыва или утончения первого проводящего слоя 308 может быть обеспечено (как описано выше) путем контроля емкости второго проводящего слоя 310 относительно первого проводящего слоя 308 (или относительно электрического заземления). В принципе система 300 согласно настоящему изобретению обеспечена средством диагностики (показанным на фиг.5), которое адаптировано для приложения напряжения или сигнала к одному или более слоев емкостной диафрагмы 306 и для измерения изменения. Например, в одном варианте осуществления напряжение прикладывается к емкостной диафрагме 306, и

постоянная времени оценивается для определения емкости. Если напряжение является периодическим таким, как в случае сигнала ступенчатого напряжения, то изменение в емкости обнаруживается по изменению постоянной времени выходного сигнала. В этом варианте осуществления система 300 адаптирована для обнаружения  
 5 утончения первого проводящего слоя 308 вследствие износа или коррозии, на основе измеренной емкости диафрагмы 306.

Однако во многих случаях технологический флюид является проводящим, и коррозию первого проводящего слоя 308 невозможно обнаружить путем прямого  
 10 измерения емкости. Более конкретно технологический флюид производственного процесса может заполнять любые пустоты или разрывы в первом проводящем слое 308, тем самым поддерживая видимым образом надлежащую площадь поверхности, так что емкость изолирующей диафрагмы 306 не изменяется заметными образом. Тем не менее коррозия может быть обнаружена из измеренного  
 15 изменения комплексного импеданса на втором проводящем слое 310. Например, уравнение для оценивания состояния емкости может соответствовать следующему уравнению:

$$Z = \frac{V_m}{I_m} e^{-j\theta}$$

где  $Z$  представляет отношение величины напряжения к току, умноженное на экспоненту, которое включает в себя как действительную, так и мнимую части. При  
 20 условии изменения площади первой проводящей пластины 308 импеданс на конденсаторе с параллельными пластинами (структуре изолирующей диафрагмы 306) может изменяться во времени, даже если технологический флюид является проводящим. Измерительная схема (такая как системы 514 анализа сигнала на фиг.5) может быть связана с первой проводящей пластиной 308 и второй  
 25 проводящей пластиной 310 для измерения электрического параметра емкостной диафрагмы 306 такого, как комплексный импеданс, реактивное сопротивление или другой электрический параметр. Путем приложения ко второй проводящей пластине изменяющегося во времени сигнала (или сигнала, содержащего диапазон частот) изменение в одном или более электрических параметрах может использоваться для  
 30 вывода состояния первого проводящего слоя.

В одном варианте осуществления диэлектрический материал 312 содержит пористый материал, так что если технологический флюид вызывает коррозию  
 35 первого проводящего слоя 308, то технологический флюид проходит через диэлектрический материал 312, закорачивая второй проводящий слой 310 на электрическое заземление. В случае пористого диэлектрика дефект первого проводящего слоя 308 может быть обнаружен по резкому изменению в одном или  
 40 более электрических параметрах диафрагмы 306. В другом варианте осуществления диэлектрический материал 312 может быть выбран так, чтобы вызванная коррозия позволяла притоку технологического флюида контактировать со вторым проводящим слоем 310 и закорачивать второй проводящий слой 310 на  
 45 электрическое заземление. Если диэлектрический материал 312 выбран как пористый или корродируемый, то второй проводящий слой 310 может быть сконструирован так, чтобы продолжаться, по существу, на всей протяженности диэлектрического слоя 312 (как показано пунктиром). Дополнительно непроводящее уплотнение 320 (показано пунктиром) может быть размещено между вторым проводящим слоем 310 и передатчиком 302 для того, чтобы предотвращать утечку технологического  
 50 флюида через второй проводящий слой 310 и для электрической изоляции второго

проводящего слоя 310 от стенки передатчика 302.

В некоторых случаях технологический флюид может быть летучим, и из обычных соображений безопасности емкостная диафрагма 306 может быть адаптирована для предотвращения возникновения искр или электрического разряда в просачивающийся технологический флюид. Например, устройство ограничения напряжения может быть связано с конденсатором для ограничения потенциала напряжения на конденсаторе, чтобы предотвратить воспламенение летучего технологического флюида за счет искр или разряда электрического потенциала.

На фиг.4 представлена упрощенная блок-схема процесса принятия решения об утончении или разрыве диафрагмы на основе измеренного электрического параметра. Емкостная диафрагма сканируется изменяющимся во времени сигналом (блок 400). Один или более электрических параметров емкостной диафрагмы измеряются, когда прикладывается изменяющийся во времени сигнал (блок 402). Измеренные электрические параметры сравниваются с сохраненными опорными значениями (блок 404). Если измеренное значение изменяется относительно опорного значения на величину, превышающую предварительно определенный предел (блок 406), то на основе отклонения может быть сделан вывод о разрыве или утончении диафрагмы (блок 408). Если измеренное значение не изменяется относительно опорного значения на величину, превышающую предварительно заданный предел (блок 406), то этапы 400 и последовательность повторяются.

В принципе измеряемый электрический параметр может представлять собой емкость или может быть любым числом комплексных электрических параметров (таких как импеданс, реактивное сопротивление, полная проводимость и т.п.). Если установлено утончение или разрыв на основе отклонения от сохраненного опорного значения, то может генерироваться сигнал тревоги, указывающий на выведенное рабочее состояние емкостной диафрагмы, который посылается в центр управления. Следует иметь в виду, что рабочее состояние может находиться в пределах от недействующего или неисправного состояния до полностью действующего состояния. Кроме того, понятно, что величина или степень отклонения может указывать на степень коррозии, износа или повреждения емкостной диафрагмы. Альтернативным образом степень отклонения может указывать на тип коррозии, износа или повреждения (такой как питтинг (точечная коррозия), трещинообразование, равномерный износ, коррозия и т.д.), в зависимости от того, какой из электрических параметров изменяется относительно опорного значения. Треснувшая или полностью разорванная диафрагма может быть обнаружена как разомкнутая цепь или бесконечный импеданс, в то время как отклонения от опорного значения могут указывать на ухудшившееся состояние изолирующей диафрагмы.

В одном варианте осуществления свипирующий сигнал инициируется центром управления. В альтернативном варианте осуществления анализ свипирующего сигнала запускается схемами диагностики и выполняется периодически. Хотя способ по фиг.4 использует изменяющийся во времени сигнал, в некоторых случаях также может использоваться приложенное напряжение постоянного тока. Кроме того, экспертные системы, такие как системы с нечеткой логикой, системы искусственного интеллекта, нейронные сети и т.п., могут использоваться для анализа электрических параметров изолирующей диафрагмы для определения рабочего состояния диафрагмы.

На фиг.5 представлена упрощенная блок-схема системы 500 диагностики согласно

варианту ее осуществления в настоящее время. Система 500 диагностики содержит структуру 502 изолирующей диафрагмы, коммуникативно связанную со средством 504 диагностики (которое может быть реализовано в схемах), которое в типовом случае помещено в корпус. Структура диафрагмы включает в себя первый проводящий слой 506 и второй проводящий слой 508, разделенные диэлектрическим материалом 510. Первый проводящий слой 506 открыт действию технологического флюида внутри магистрали или трубопровода производственного процесса. В одном варианте осуществления первый проводящий слой 506 электрически заземлен путем соединения с проводящей стенкой трубопровода. Второй проводящий слой 508 изолирован от технологического флюида и электрически изолирован от первого проводящего слоя 506.

Средство 504 диагностики включает в себя генератор 512 сигнала, системы 514 анализа комплексного сигнала, микропроцессор 516, приемопередатчик 518, генератор 519 сигнала тревоги и, факультативно, экспертные системы 540, такие как системы искусственного интеллекта, системы с нечеткой логикой, нейронные сети и т.п. Генератор 512 сигнала выполнен в виде схемы, предназначенной для передачи электрического сигнала, такого как изменяющийся во времени сигнал или периодический сигнал. Генератор 512 сигнала передает электрический сигнал по второму проводящему слою 508, для которого могут проводиться измерения и анализ системами 514 анализа комплексного сигнала для обнаружения изменения в одном или более комплексных параметрах системы. Экспертные системы 540 могут использоваться для анализа одного или более электрических параметров и для вывода рабочего состояния изолирующей диафрагмы на основе изменений одного или более электрических параметров относительно сохраненного опорного измерения. Понятно, что системы 514 анализа комплексного сигнала могут содержать один процессор, схемы, предназначенные для обработки измеренных сигналов, емкостной сенсор или любой другой элемент, адаптированный для получения диагностического измеренного значения на основе измеренной емкости.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения контролируемый технологический флюид является непроводящим, и системы 514 анализа комплексного сигнала содержат сенсор, адаптированный для измерения емкости изолирующей диафрагмы 502 относительно электрического заземления. В условиях, где технологический флюид является электропроводным, генератор 512 сигналов предпочтительно выполнен с возможностью свипирования второго проводящего слоя 508 электрическими сигналами, имеющими диапазон частот. Системы 514 анализа комплексного сигнала адаптированы для определения комплексного импеданса изолирующей диафрагмы 502 в диапазоне частот свипирования.

Микропроцессор 516 может использоваться для дальнейшей обработки измеренного комплексного импеданса и/или для сравнения измеренного комплексного импеданса с сохраненными значениями, чтобы определить условия тревожной сигнализации. Условие тревожной сигнализации может быть выведено из обнаруженного отклонения, которое изменяется относительно опорного измерения более чем на предварительно заданную величину. Микропроцессор 516 предпочтительно адаптирован для сравнения измеренного изменения импеданса относительно предварительно заданного предела и генерации сигнала тревоги для передачи приемопередатчиком 518 в центр 520 управления по линии связи 522, если измеренное изменение превышает предел. Альтернативно отдельный генератор 519 сигнала тревоги (или схемы генерации сигнала тревоги) может быть использован для

генерации сигнала тревоги для передачи приемопередатчиком 518. В одном варианте осуществления, если технологический флюид является непроводящим, системы 514 анализа комплексного сигнала могут просто измерять емкость изолирующего конденсатора 502, и изменение емкости, которое превышает предварительно заданный предел, может вызвать генерацию процессором 516 сигнала тревоги.

Понятно, что элементы системы 500 диагностики могут использоваться совместно с другими компонентами электронных схем 504 передатчика. Например, приемопередатчик 518 также может использоваться сенсорным элементом или системами 514 анализа комплексного сигнала непосредственно, например, для передачи исходных (необработанных) данных в центр управления. Аналогичным образом центр 520 управления может посылать сигнал управления через приемопередатчик 518 для инициирования выполнения нового измерения сенсорным элементом (таким как системы 514 анализа комплексного сигнала). Различные компоненты, такие как генератор 512 сигнала, системы 514 анализа комплексного сигнала и генератор 519 сигнала тревоги, могут быть реализованы полностью или частично в микропроцессоре 516.

На фиг.6 представлена упрощенная блок-схема системы 600 диагностики согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Система 600 диагностики содержит изолирующую емкостную диафрагму 602, связанную со средством 604 диагностики. Диафрагма 602 включает в себя первый проводящий слой 606 и второй проводящий слой 608, разделенные диэлектрическим материалом 610. Генератор 612 сигнала и системы 614 анализа комплексного сигнала электрически связаны со вторым проводящим слоем 608.

В этом варианте осуществления технологические флюиды в резервуаре привели к коррозии первого проводящего слоя 606 с образованием язв или отверстий 616 в первом проводящем слое 606, частично открывающих диэлектрик 610 действию технологического флюида. Диэлектрик 610 предпочтительно образован твердым материалом, так что повреждение первого проводящего слоя 606 не пропускает диэлектрическую жидкость в технологический флюид. Дополнительно твердый диэлектрик 610 служит в качестве слоя защиты от утечки флюида, заполняющего капилляр, в технологический флюид (например, в дистанционной системе герметизации). Кроме того, твердый диэлектрик 610 служит в качестве слоя защиты от утечки технологического флюида в корпус с электронными схемами (например, если электронные схемы находятся рядом с производственным процессом).

Генератор 612 сигналов связан со вторым проводящим слоем 608 и предназначен для передачи электрического сигнала в конкретном диапазоне частот во второй проводящий слой 508. Система 614 анализа комплексного сигнала связана со вторым проводящим слоем 608 и предназначена для обнаружения изменений в свипирующем сигнале на основе изменения в первом проводящем слое 606.

В одном варианте осуществления, если технологический флюид является непроводящим, то коррозия первого проводящего слоя 606 может быть обнаружена по изменению емкости (или электрического потенциала) между первым и вторым проводящими слоями 606, 608. Однако если, что является более частым, технологический флюид является электропроводным, то генератор 612 сигналов может сканировать второй проводящий слой 608 в диапазоне частот (или изменяющимся во времени сигналом), и системы 614 анализа комплексного сигнала могут быть использованы для обнаружения коррозии на основе изменений в комплексном импедансе. В любом случае, если измеренное изменение превышает

предварительно заданный предел, может генерироваться сигнал тревоги для передачи в центр управления.

На фиг.7 представлена упрощенная блок-схема системы 700 диагностики согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Система 700 диагностики содержит многослойную изолирующую структуру 702 диафрагмы, связанную с передатчиком 704. Изолирующая структура 702 диафрагмы образована из трех слоев 706, 708А и 708В проводящего материала, разделенных друг от друга слоями 710А, 710В диэлектрического материала. Генератор 712 сигналов связан со вторым и третьим слоями 708А и 708В проводящего материала соответственно, в то время как первый слой 706 проводящего материала связан с трубопроводом производственного процесса и поэтому заземлен. Система 714 анализа комплексного сигнала связана со вторым и третьим слоями 708А и 708В проводящего материала соответственно, чтобы контролировать изменения в комплексном импедансе или емкости между каждым из первого и второго проводящих слоев 706 и 708 соответственно и второго и третьего проводящих слоев 708А и 708В соответственно. Дифференциальное изменение в емкости или комплексном импедансе может указывать на разрыв первого проводящего слоя 706.

В одном варианте осуществления технологический флюид является непроводящим или находится в газообразном состоянии, и коррозия первого проводящего слоя 706 обнаруживается на основе изменения в емкости диафрагмы 702, измеряемой непосредственно. Альтернативно, если технологический флюид является проводящим, то вывод о коррозии первого проводящего слоя 706 может быть сделан исходя из изменения комплексного импеданса структуры 702 диафрагмы. Более конкретно генератор 712 сигнала может сканировать изолированные проводящие слои 708А и 708В в диапазоне частот, и системы 714 анализа комплексного сигнала адаптируются для обнаружения изменений в комплексном импедансе диафрагмы 702. Утончение, износ или коррозия первого проводящего слоя 706 могут обнаруживаться по изменению комплексного импеданса.

В целом настоящее изобретение обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с уровнем техники. Во-первых, путем замены тонкой пленочной изолирующей диафрагмы многослойной диафрагмой, адаптированной для обеспечения емкостной индикации (или электронной индикации) утончения или разрыва, передатчик может быть адаптирован для диагностики самого себя и для обеспечения сигнала тревоги, указывающего на необходимость обслуживания изолирующей диафрагмы, прежде чем произойдет разрыв диафрагмы и загрязнение процесса. Во-вторых, диэлектрический материал может быть твердым непроводящим материалом, таким как керамика, который поддерживает изоляцию между заполняющим флюидом (таким как тот, который используется в изолирующей диафрагме) и флюидом производственного процесса даже после того, как смоченная поверхность изолирующего элемента разрывается. В-третьих, различные реализации диагностики изолирующего элемента могут обеспечить дополнительные детали о статусе изолирующего элемента. В частности, система диагностики с двумя пластинами может обеспечить исходную индикацию разрыва или утончения, в то время как система диагностики с тремя или более пластинами может обеспечить более сложную и содержательную индикацию степени повреждения изолирующего элемента на основе, частично, дифференциальной емкости. Дополнительно настоящее изобретение применимо к любому производственному оборудованию, которое имеет тонкую область, восприимчивую к коррозии или повреждению под

воздействием технологического флюида. Таким образом, настоящее изобретение обеспечивает изолирующий элемент, адаптированный для генерации электрического сигнала, указывающего на потенциальное повреждение изолирующего элемента, прежде чем такое повреждение станет слишком заметным.

5 На фиг.8 представлена упрощенная блок-схема альтернативной структуры 800 изолирующей диафрагмы соответственно варианту осуществления настоящего изобретения. Структура 800 изолирующей диафрагмы содержит первый проводящий слой 802 и второй проводящий слой 804, разделенный на две электрически  
10 отдельные пластины 804А и 804В и отделенный от первого проводящего слоя 802 диэлектриком 806. В этом варианте осуществления изменение в площади первого проводящего слоя 802, например, из-за коррозии, может быть обнаружено на основе дифференциальной емкости, измеренной на пластинах 804А и 804В. В  
15 альтернативном варианте осуществления может использоваться измерение комплексного импеданса, как описано выше. В этом случае комплексный импеданс измеряется на обеих пластинах 804А и 804В отдельно, на основе генерируемых сигналов. В одном варианте осуществления разность фаз, измеренная на двух пластинах 804А и 804В, основанная на одном и том же сигнале, может быть  
20 указателем коррозии.

В этом варианте осуществления емкость может измеряться на или между этими двумя полупластинами 804А и 804В. Измеряемая емкость может изменяться при изменении площади, обусловленной коррозией первого проводящего слоя 802. Однако если технологический флюид является проводящим, то прямое измерение  
25 емкости может не выявить какой-либо информации о состоянии первого проводящего слоя 802. В этом случае, если технологический флюид является проводящим, первая полупластина 804А может сканироваться в диапазоне частот. Вторая полупластина 804В может контролироваться на изменение в фазе или  
30 амплитуде измеряемого сигнала в конкретном диапазоне частот. Изменение в измеренном выходном сигнале может указывать на изменение в площади первого проводящего слоя 802. Процесс, связанный с коррозией, утончением или износом, может быть выявлен в зависимости от конкретного изменения в измеренном выходном сигнале.

35 На фиг.9А показан упрощенный вид в поперечном сечении системы вихревого расходомера, включающей в себя емкостную изолирующую диафрагму согласно настоящему изобретению в тонкостенной части стенки трубопровода. Трубопровод 902 разделен на два пути потока с помощью обтекаемой планки 904. Обтекаемая планка 904 продолжается от тонкостенной части 912 стенки  
40 трубопровода и связана со стойкой 906, так что движение обтекания или колебательное движение обтекаемой планки 904, обусловленное флюидными вихрями в трубопроводе 902, может обнаруживаться на основе движения или вибрации стойки 906. Сенсор 908 (показан пунктиром) в типовом случае связан со  
45 стойкой 906 для измерения скорости флюида в трубопроводе 902 на основе движения стойки 906. В общем случае сенсор 908 и другие электронные схемы процесса расположены вне трубопровода 902 и в корпусе 910 передатчика.

В общем случае обтекаемая планка 904 связана со стойкой 906 через  
50 тонкостенную часть 912. Тонкостенная часть 912 предпочтительно достаточно тонка для передачи движения обтекаемой планки через стенку трубопровода на стойку 906, где сенсор 908 адаптирован для измерения скорости потока флюида в трубопроводе 902 на основе движения стойки 906. Проблема, возникающая, в

частности, в средах с высоким давлением, связана с поддержанием достаточной толщины в тонкостенной части 912, чтобы предотвратить разрыв стенки при высоком давлении и при этом обеспечить достаточную гибкость для движения. Выводы 914 могут быть предусмотрены для соединения со схемой диагностики.

5 Многослойная изолирующая диафрагма согласно настоящему изобретению может быть использована в таких применениях для обеспечения изоляции от технологического флюида, а также диагностики разрыва.

10 На фиг.9В представлен увеличенный вид в поперечном сечении элемента 900 расходомера с тонкостенной частью 912, образованной из любой из структур изолирующих емкостных диафрагм, описанных выше со ссылками на фиг.3 и 5-7. В этом варианте осуществления структура 912 диафрагмы представляет собой емкостную структуру 926. Емкостная структура 926 образована из первого емкостного слоя 920, связанного со стенкой трубопровода и обращенного к

15 технологическому флюиду непосредственно рядом с обтекаемой планкой 904. Второй проводящий слой 924 отделен от первого проводящего слоя 920 диэлектрическим материалом 922. Второй проводящий слой 924 изолирован от технологического флюида вне трубопровода и рядом со стойкой 906. Выводы 914 могут быть обеспечены от второго проводящего слоя, чтобы обнаружить изменение в комплексном импедансе и/или в емкости емкостной структуры 926.

В этом варианте осуществления диэлектрик 922 предпочтительно является твердым непроводящим материалом. Слои емкостной структуры 926 обеспечивают дополнительную прочность, обеспечивая средство для обнаружения коррозии или износа первого проводящего слоя 920. В частности, путем контроля комплексного импеданса и/или емкости емкостной структуры 926, коррозия или износ тонкостенной части 912 могут быть обнаружены прежде, чем произойдет разрыв или повреждение, тем самым предотвращая внеплановые отключения и/или открытие чувствительных электронных схем в передатчике воздействию технологического флюида из трубопровода.

В целом, настоящее изобретение использует установленную закономерность, что емкость пропорциональна площади поверхности пластин, в конфигурации с параллельными пластинами. Если слой пленки, ближайший к производственному

35 процессу, начинает утончаться или разрываться, то эффективная площадь диафрагмы изменяется на величину разрыва или в степени утончения. Это изменение в эффективной площади диафрагмы обуславливает изменение в измеряемой емкости параллельных пластин.

40 Это предполагает, что технологический флюид, для которого проводятся измерения, является непроводящим. В таком случае, если емкость диафрагмы непрерывно контролируется, то коррозия, износ, эрозия или питтинг приведут к измеряемому изменению в емкости. Это измеряемое изменение обеспечивает своевременную индикацию потенциальных проблем, имеющих место для

45 изолирующей диафрагмы или тонкостенной части. Схемы, связанные с емкостным изолирующим элементом, могут затем незамедлительно оповестить центр управления о том, что возник разрыв или что изолирующая диафрагма или тонкостенная часть могут потребовать обслуживания.

50 Во многих производственных процессах технологический флюид, контактирующий с изолирующей диафрагмой, сам является проводящим. В таком случае непосредственное измерение емкости между слоями пленки может не позволить выявить измеряемое изменение в емкости, когда обращенная к

технологическому флюиду пленка подвергается коррозии. Более конкретно проводящий технологический флюид может протечь в зону коррозии пленки, тем самым заполняя или заменяя корродированные зоны пленки проводящим флюидом. В таком случае измеряемая емкость может остаться неизменной. Однако может быть  
 5 использована схема, адаптированная для измерения комплексных электрических параметров, таких как комплексный импеданс, реактивное сопротивление и т.п., для измерения свипирующей частоты. Изменения в одном или более комплексных электрических параметрах могут отражать наличие полости, утончения или иных  
 10 изменений в пленке изолирующей диафрагмы, открытой влиянию производственного процесса при различных рабочих условиях. Одна схема генерации может быть использована для сканирования одного из слоев пленки, и схема измерения может быть использована для измерения свипирующей частоты, что может демонстрировать изменения в случае, когда один или более пленочных  
 15 слоев повреждены технологическим флюидом.

В принципе, системы и способы, соответствующие настоящему изобретению, контролируют электрические параметры емкостной изолирующей диафрагмы. Один или более электрических параметров могут изменяться, если изолирующая  
 20 диафрагма утончается, подвергается коррозии или иным образом повреждается в процессе работы. Системы анализа сигналов могут сравнивать измеренные параметры с сохраненными опорными параметрами. Альтернативно системы анализа сигналов включают в себя экспертные системы, адаптированные для вывода рабочего состояния диафрагмы на основе изменения в электрических параметрах в  
 25 зависимости от времени. Электрические параметры могут включать в себя емкость. Альтернативно электрические параметры могут включать в себя комплексные электрические параметры, такие как комплексный импеданс, реактивное сопротивление, полная проводимость и т.п. Наконец, технологический флюид может  
 30 находиться в жидком состоянии или в газообразном состоянии.

Хотя настоящее изобретение описано со ссылками на предпочтительные варианты осуществления, специалистам в данной области техники должно быть очевидно, что возможны изменения по форме и в деталях без отклонения от  
 35 сущности и объема настоящего изобретения.

#### Формула изобретения

1. Система диагностики многослойных диафрагм для использования в устройстве производственного процесса, содержащая

40 диафрагму, выполненную с возможностью связывания устройства производственного процесса с технологическим флюидом, причем диафрагма имеет множество слоев, первый слой из множества слоев подвергается воздействию технологического флюида производственного процесса; и

45 схему диагностики, связанную с диафрагмой, для контроля электрического параметра диафрагмы и определения в ответ на это рабочего состояния диафрагмы на основе изменения в контролируемом электрическом параметре, причем электрический параметр представляет собой функцию от приложенного к диафрагме изменяющегося во времени сигнала.

50 2. Система диагностики многослойных диафрагм по п.1, дополнительно содержащая

средство генерирования сигнала тревоги, предназначенное для генерации сигнала тревоги, указывающего на установленное рабочее состояние диафрагмы, если

упомянутое изменение превышает предварительно заданный предел.

3. Система диагностики многослойных диафрагм по п.1, в которой электрический параметр содержит емкость диафрагмы.

5 4. Система диагностики многослойных диафрагм по п.1, дополнительно содержащая

генератор сигнала, предназначенный для сканирования изолирующей диафрагмы изменяющимся во времени сигналом, причем электрический параметр включает в себя комплексный электрический параметр диафрагмы.

10 5. Система диагностики многослойных диафрагм по п.4, дополнительно содержащая

системы анализа комплексного сигнала, предназначенные для контроля диафрагмы для обнаружения изменений в электрическом параметре относительно сохраненного опорного сигнала на основе изменяющегося во времени сигнала.

15 6. Система диагностики многослойных диафрагм по п.1, в которой множество слоев содержит, по меньшей мере, один электропроводный слой.

7. Система диагностики многослойных диафрагм по п.1, в которой множество слоев содержит, по меньшей мере, один диэлектрический слой.

20 8. Система диагностирования многослойных диафрагм по п.1, в которой множество слоев содержит

по меньшей мере, два электропроводных слоя и

по меньшей мере, один диэлектрический слой, разделяющий, по меньшей мере, два электропроводных слоя.

25 9. Система диагностики многослойных диафрагм по п.8, в которой электрический параметр содержит емкостной потенциал, по меньшей мере, двух электропроводных слоев.

30 10. Система диагностики многослойных диафрагм по п.1, в которой степень изменения указывает на степень изменения площади поверхности первого проводящего слоя.

11. Система диагностики многослойных диафрагм по п.1, в которой схема диагностики предназначена для контроля одного или более электрических параметров множества проводящих слоев относительно друг друга.

35 12. Способ определения рабочего состояния многослойной изолирующей диафрагмы, заключающийся в том, что

40 обеспечивают изолирующую диафрагму, содержащую множество слоев, причем первый слой из множества слоев непосредственно подвергается воздействию технологического флюида производственного процесса;

прикладывают электрический сигнал к изолирующей диафрагме; и

45 определяют в ответ на это рабочее состояние диафрагмы на основе измеренного изменения в электрическом параметре изолирующей диафрагмы относительно приложенного электрического сигнала, причем электрический параметр представляет собой функцию от приложенного к диафрагме изменяющегося во времени сигнала.

13. Способ по п.12, в котором электрический сигнал имеет изменяющийся во времени компонент сигнала.

50 14. Способ по п.12, дополнительно содержащий генерирование сигнала тревоги, указывающего на недействующее состояние изолирующей диафрагмы, если измеренное изменение превышает предварительно заданный предел.

15. Способ по п.12, дополнительно содержащий генерирование сигнала тревоги,

указывающего на ухудшающееся состояние изолирующей диафрагмы, если измеренное изменение превышает предварительно заданный предел.

16. Способ по п.12, в котором этап приложения содержит генерацию электрического сигнала, содержащего диапазон частот, и передачу сигнала диапазона частот на изолирующую диафрагму.

17. Способ по п.12, в котором этап определения содержит контроль электрического параметра изолирующей диафрагмы и вычисление изменения в контролируемом электрическом параметре относительно сохраненного опорного измерения.

18. Способ по п.12, в котором электрический параметр содержит постоянную времени изолирующей диафрагмы.

19. Способ по п.12, в котором электрический параметр содержит комплексный электрический параметр изолирующей диафрагмы.

20. Способ по п.12, в котором множество слоев содержит, по меньшей мере, один электропроводный слой.

21. Способ по п.12, в котором множество слоев содержит, по меньшей мере, один диэлектрический слой.

22. Способ по п.12, в котором множество слоев содержит по меньшей мере, два электропроводных слоя и по меньшей мере, один диэлектрический слой, разделяющий, по меньшей мере, два электропроводных слоя.

23. Система диагностики многослойных диафрагм для использования в устройстве производственного процесса, содержащая

емкостной элемент, выполненный с возможностью связывания устройства производственного процесса с технологическим флюидом, причем емкостной элемент имеет множество слоев, первый слой из множества слоев подвергается воздействию технологического флюида производственного процесса; и

схему диагностики, связанную с емкостным элементом, для контроля электрического параметра емкостного элемента и определения в ответ на это рабочего состояния емкостного элемента на основе изменения в контролируемом электрическом параметре, причем электрический параметр представляет собой функцию от приложенного к диафрагме изменяющегося во времени сигнала.

24. Система диагностики многослойных диафрагм по п.23, в которой устройство производственного процесса содержит вихревой расходомер, имеющий обтекаемую планку, продолжающуюся в секцию трубопровода, при этом емкостной элемент имеет тонкостенную часть секции трубопровода, через которую передается движение обтекаемой планки, обусловленное потоком флюида в трубопроводе.

25. Система диагностики многослойных диафрагм по п.23, в которой устройство производственного процесса содержит датчик давления, связанный с секцией трубопровода, при этом емкостной элемент имеет гибкую изолирующую диафрагму, предназначенную для передачи давления из потока флюида в секции трубопровода через заполненный флюидом капилляр к дистанционному сенсору.

26. Система диагностики многослойных диафрагм по п.23, дополнительно содержащая средство генерации сигнала тревоги, предназначенное для генерации сигнала тревоги, указывающего на выведенное рабочее состояние диафрагмы, для передачи в центр управления.

27. Система диагностики многослойных диафрагм по п.23, в которой величина изменения указывает на степень повреждения емкостного элемента.

28. Система диагностики многослойных диафрагм по п.23, в которой измеряемое изменение включает в себя комплексный импеданс емкостного элемента.

29. Система диагностики многослойных диафрагм по п.23, в которой схема диагностики дополнительно содержит

5 генератор сигнала, предназначенный для сканирования емкостного элемента электрическим сигналом, имеющим изменяющийся во времени компонент; и системы анализа комплексного сигнала, адаптированные для контроля емкостного элемента и для вывода рабочего состояния емкостного элемента на  
10 основе изменения в одном или более электрических параметрах емкостного элемента относительно сохраненного опорного измерения.

30. Система диагностики многослойных диафрагм по п.23, в которой схема диагностики выполнена с возможностью контроля одного или более электрических параметров множества проводящих слоев относительно первого слоя.

15 31. Система диагностики многослойных диафрагм по п.23, в которой множество слоев содержит, по меньшей мере, один электропроводный слой.

32. Система диагностики многослойных диафрагм по п.23, в которой множество слоев содержит, по меньшей мере, один диэлектрический слой.

20 33. Система диагностики многослойных диафрагм по п.23, в которой множество слоев содержит

по меньшей мере, два электропроводных слоя и  
по меньшей мере, один диэлектрический слой, разделяющий, по меньшей мере,  
два электропроводных слоя.

25 34. Система диагностики многослойных диафрагм по п.33, в которой, по меньшей мере, один диэлектрический слой содержит пористый материал.

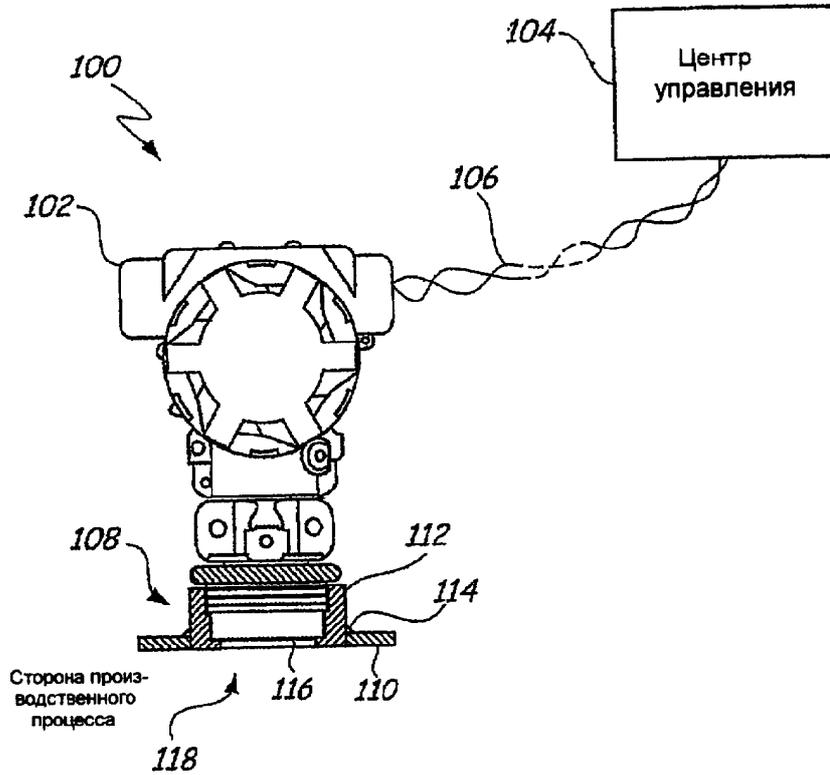
30 35. Система диагностики многослойных диафрагм по п.34, в которой рабочее состояние выводится на основе резкого изменения электрического параметра, если технологический флюид протекает через первый слой.

35

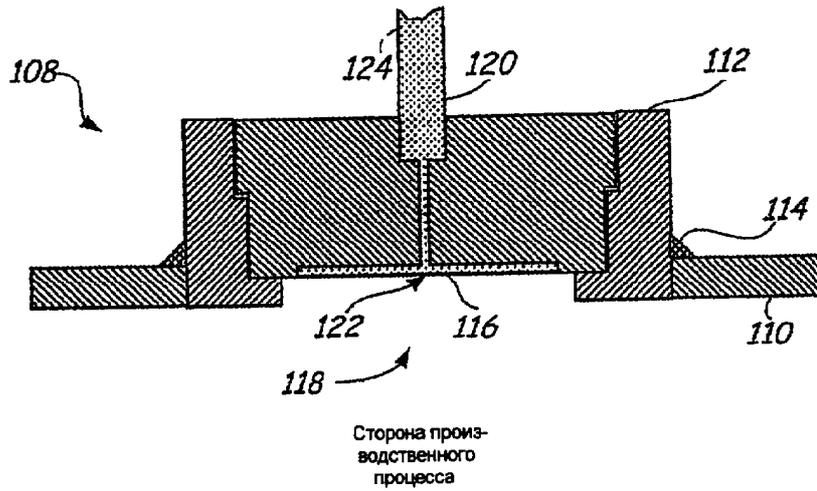
40

45

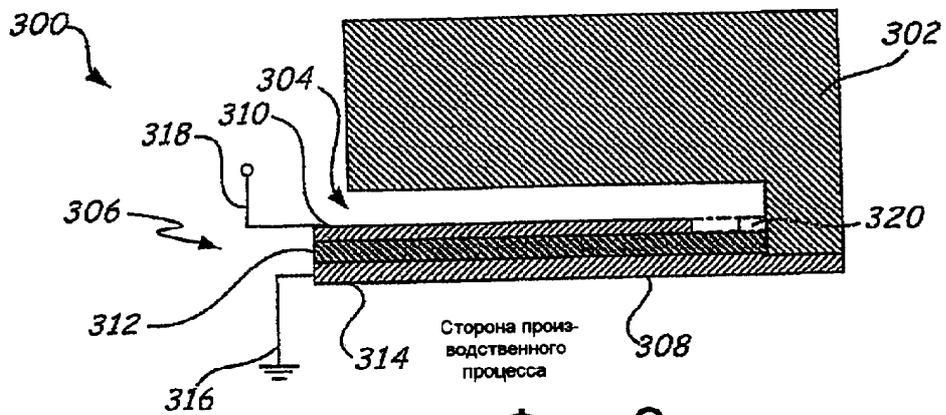
50



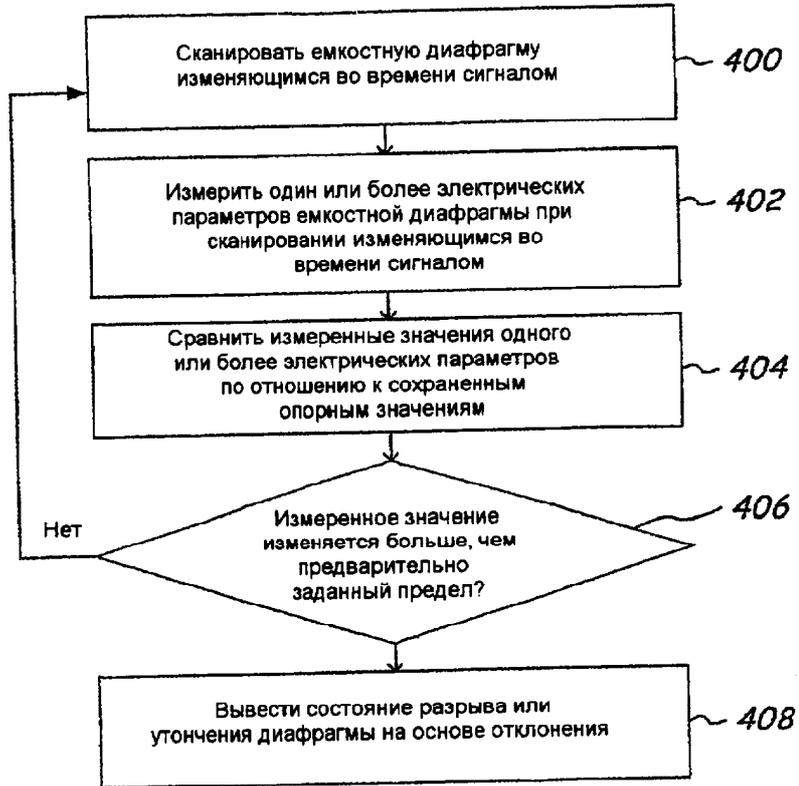
ФИГ.1



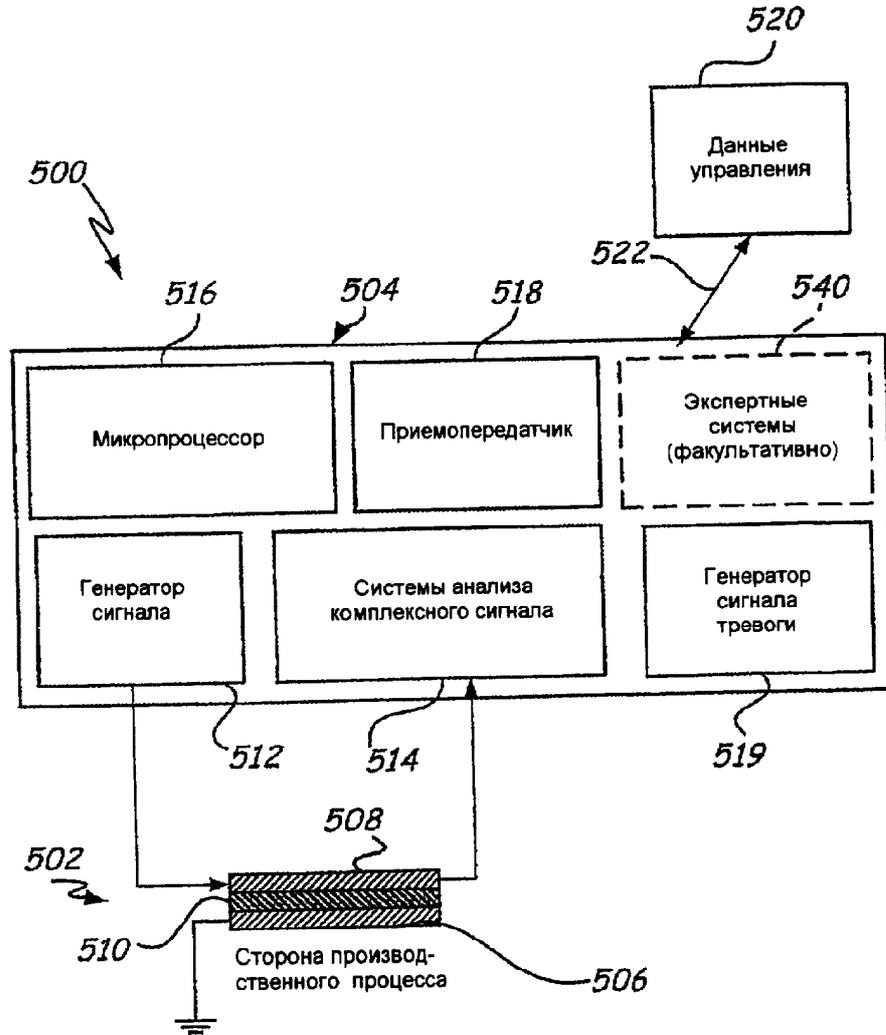
ФИГ.2



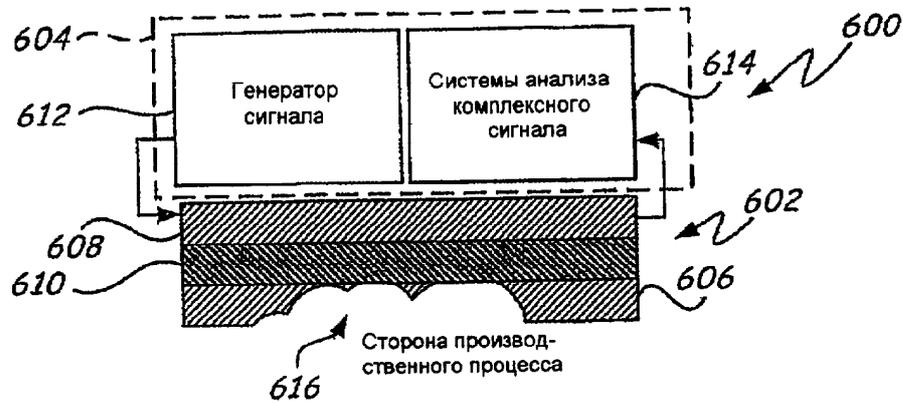
ФИГ.3



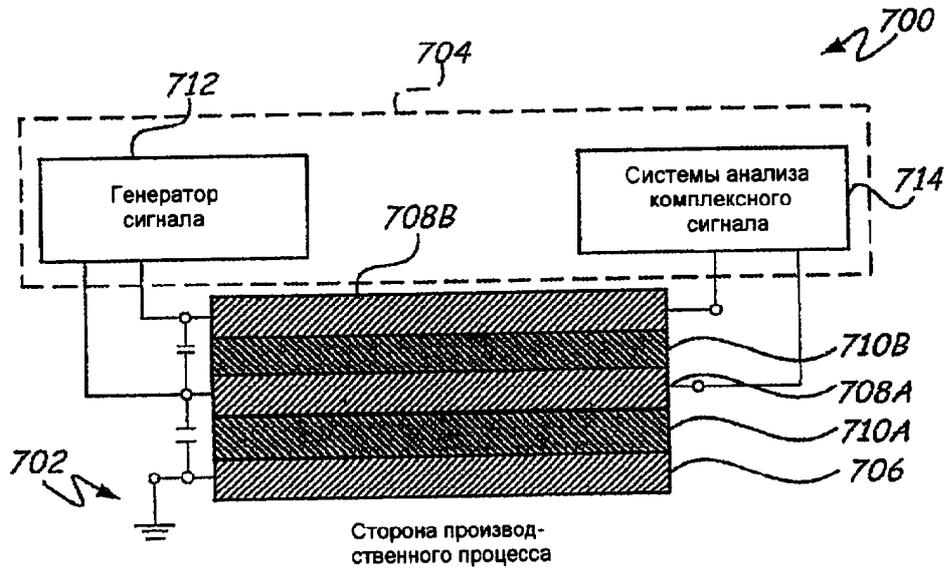
Фиг.4



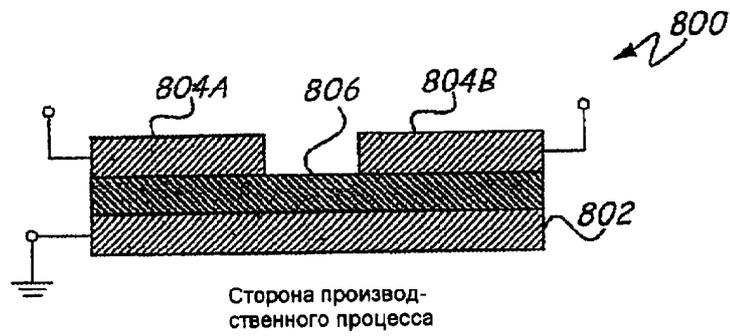
Фиг.5



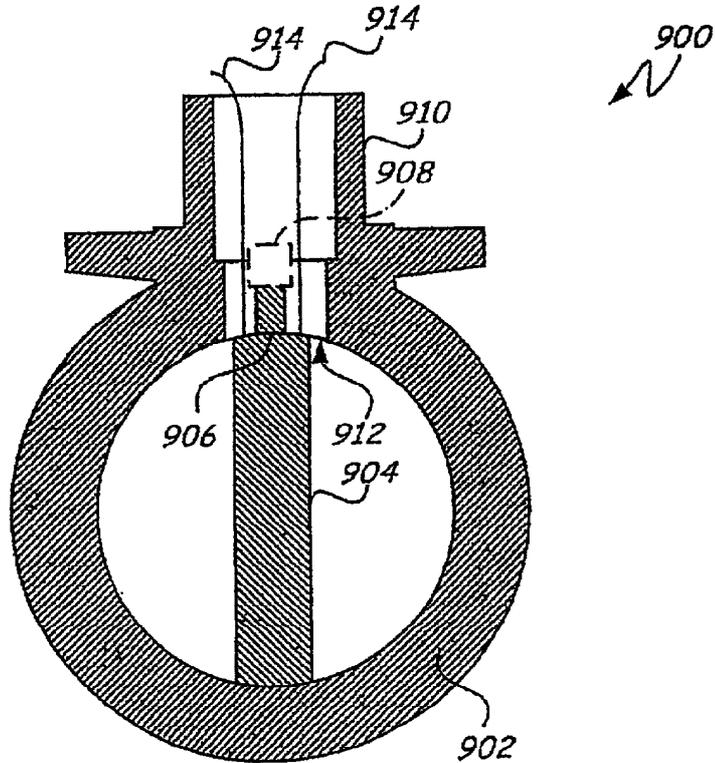
Фиг.6



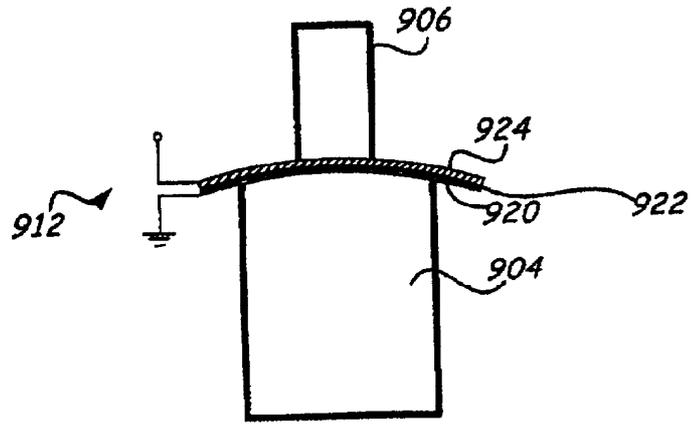
ФИГ.7



ФИГ.8



ФИГ.9А



Фиг.9В