

R U 2 3 9 2 6 5 1 C 2

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11) 2 392 651 (13) C2

(51) МПК
G05B 15/00 (2006.01)
G01B 7/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005130123/09, 27.09.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.09.2005

(30) Конвенционный приоритет:
28.09.2004 US 10/951,562

(43) Дата публикации заявки: 10.04.2007

(45) Опубликовано: 20.06.2010 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2003/011378 A1, 16.01.2003. DE 4119244 A1, 17.12.1992. SU 1684691 A1, 15.10.1991. SU 1557546 A1, 15.04.1990.

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городской и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,
рег.№ 595

(72) Автор(ы):

АНДАРАВИС Эмад Андаравис (US),
ДАСГУПТА Самхита (US)

(73) Патентообладатель(и):

ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК КОМПАНИ (US)

(54) СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА И СПОСОБ ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

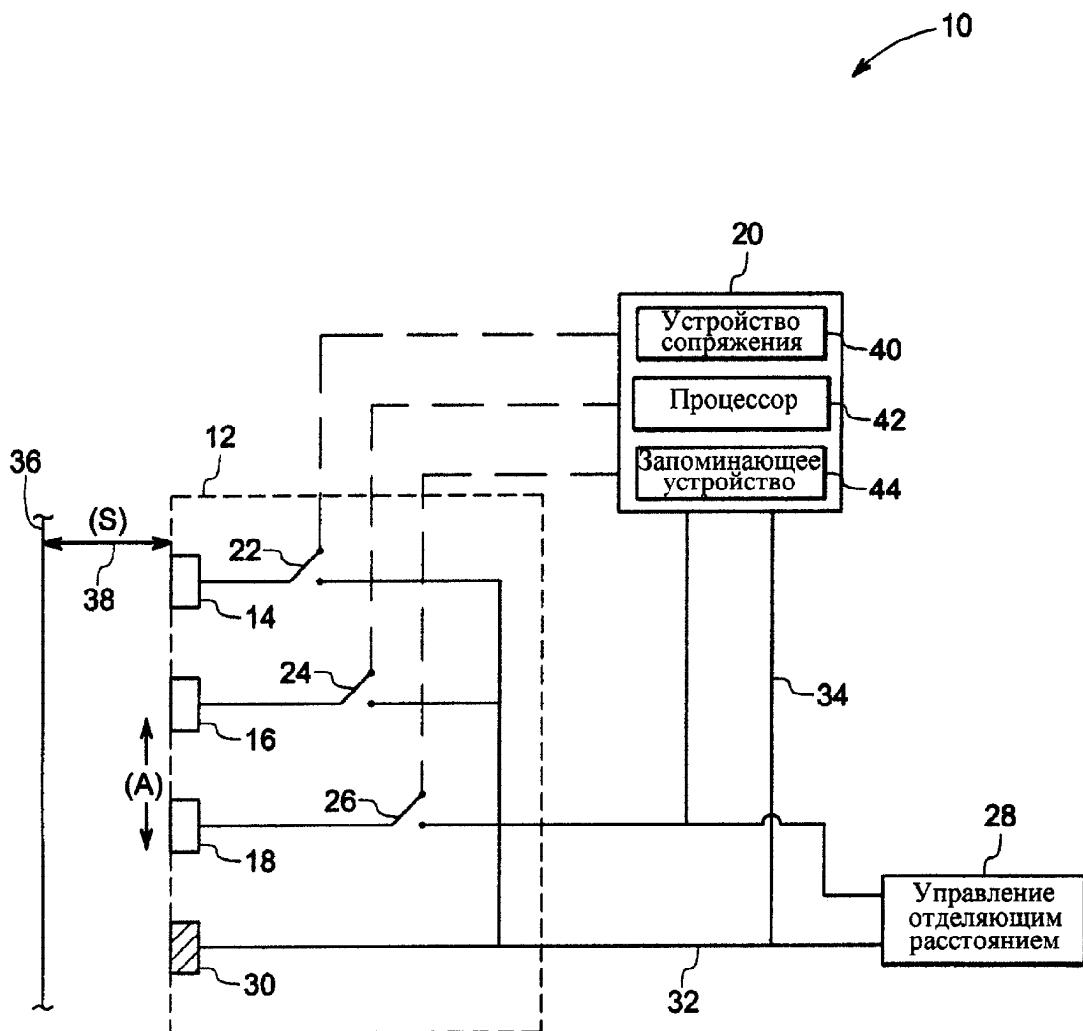
(57) Реферат:

Изобретение относится к сенсорным системам, выполненным с возможностью регулирования физической характеристики датчика. Технический результат заключается в увеличении точности измерений датчика в сенсорной системе. Он достигается тем, что предложена сенсорная система, содержащая датчик, сконфигурированный с возможностью обеспечения выходного сигнала, характеризующего определяемый параметр, причем датчик содержит множество чувствительных элементов, которые сконфигурированы с возможностью работы по

отдельности или в сочетании друг с другом для изменения площади датчика, и одна конфигурация включает в себя все чувствительные элементы для обеспечения максимальной площади датчика и систему управления, подключенную к датчику, при этом система управления выполнена с возможностью изменения площади датчика для регулирования чувствительности датчика согласно выходному сигналу, характеризующему определяемый параметр, причем датчик содержит емкостный зонд. 5 н. и 3 з.п. ф.-лы, 5 ил.

R U 2 3 9 2 6 5 1 C 2

R U 2 3 9 2 6 5 1 C 2



ФИГ. 1

R U 2 3 9 2 6 5 1 C 2

RU 2392651 C2

RUSSIAN FEDERATION

(19) RU (11) 2 392 651 (13) C2



(51) Int. Cl.
G05B 15/00 (2006.01)
G01B 7/00 (2006.01)

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2005130123/09, 27.09.2005

(24) Effective date for property rights:
27.09.2005

(30) Priority:
28.09.2004 US 10/951,562

(43) Application published: 10.04.2007

(45) Date of publication: 20.06.2010 Bull. 17

Mail address:
129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsov, reg.№ 595

(72) Inventor(s):
ANDARAVIS Ehmad Andaravis (US),
DASGUPTA Samkhita (US)

(73) Proprietor(s):
DZhENERAL EhLEKTRIK KOMPANI (US)

(54) SENSOR SYSTEM AND ITS FUNCTIONING METHOD

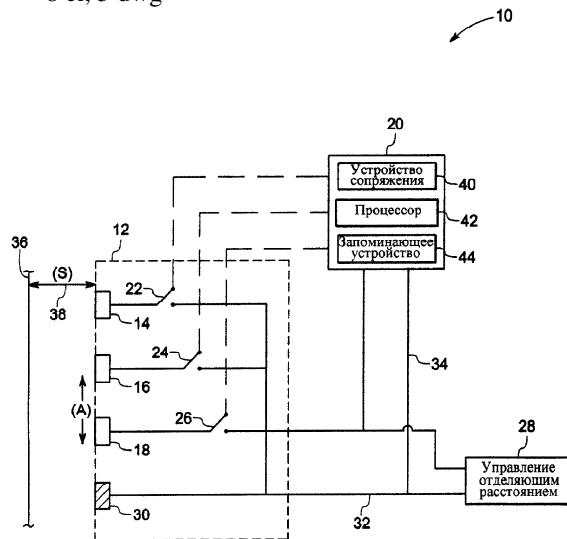
(57) Abstract:

FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: group of inventions related to sensor systems designed so that to enable regulation of the sensor physical characteristic. Proposed is a sensor system that contains a sensor configured so that to provide for an output signal characterising the parametre being defined. The sensor contains multiple sensing elements configured so that to enable operation separately or in combination with one another for measurement of the sensor area. One configuration includes all the sensing element for provision for a maximum area of the sensor and a control system connected to the sensor. The control system is designed so that to enable modification of the sensor area for the sensor sensitivity regulation in accordance with the output signal defining the parametre with the sensor containing a capacitive probe.

EFFECT: improved precision of the sensor measurement in the sensor system.

8 cl, 5 dwg



ФИГ. 1

Область и уровень техники

Изобретение относится к сенсорным системам, в частности к сенсорной системе, выполненной с возможностью регулирования физической характеристики датчика в соответствии с выходным сигналом датчика.

Для измерения расстояния между двумя объектами используются различные типы датчиков. Эти датчики используются в различных применениях. Например, турбина имеет лопатку турбины, расположенную вблизи бандажа. Зазор между лопаткой турбины и бандажом зависит от температуры лопатки турбины. Например, зазор между бандажом и лопаткой турбины наибольший, когда турбина холодная, и постепенно уменьшается при нагревании турбины. Желательно, чтобы зазор между лопаткой турбины и бандажом поддерживался для обеспечения надежной и эффективной работы турбины. Датчик может находиться в турбине для измерения расстояния между лопаткой турбины и бандажом. Это расстояние можно использовать для непосредственного перемещения бандажа, чтобы обеспечивать требуемое смещение между бандажом и лопаткой турбины.

В некоторых применениях для измерения расстояния между двумя объектами применяют емкостный зонд. Обычно размеры наконечника емкостного зонда подбирают такими, чтобы соответствовать определенному расстоянию смещения между двумя объектами. Применение небольших зондов обычно ограничено измерениями небольшого расстояния, как результат отношения сигнал-шум. Аналогично применение больших зондов ограничено измерениями больших расстояний, поскольку их разрешающая способность для расстояния между двумя объектами хуже, чем для измерений небольших расстояний. Поэтому обычные емкостные зонды могут быть неточными применительно к расстояниям смещения, которые не являются расстояниями, на измерение которых рассчитан наконечник зонда.

Соответственно, существует необходимость обеспечения сенсорной системы, осуществляющей точное измерение зазора между двумя объектами, смещаемыми относительно друг друга по всему диапазону смещения.

Сущность изобретения

Согласно одному аспекту настоящего изобретения обеспечивается сенсорная система. Сенсорная система содержит датчик, выполненный с возможностью обеспечения выходного сигнала, характеризующего определяемый параметр. Сенсорная система также содержит систему управления, подключенную к датчику, причем система управления выполнена с возможностью изменения физической характеристики датчика на основании выходного сигнала, характеризующего определяемый параметр.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения предусмотрен способ функционирования сенсорной системы. Согласно этому способу принимают от датчика выходной сигнал, характеризующий определяемый параметр, и регулируют физическую характеристику датчика на основании выходного сигнала, характеризующего определяемый параметр.

Чертежи

Эти и прочие признаки, аспекты и преимущества настоящего изобретения станут более понятными из приводимого ниже подробного описания в совокупности с прилагаемыми чертежами, на которых аналогичные обозначения представляют одинаковые детали.

Фиг. 1 - схематическое представление сенсорной системы для измерения зазора во

вращающейся машине согласно варианту осуществления изобретения;

фиг. 2 - схематическое представление датчика с конфицированным расположением чувствительных элементов согласно варианту осуществления изобретения;

⁵ фиг. 3 - схематическое представление датчика с кольцевым расположением чувствительных элементов согласно варианту осуществления изобретения;

фиг. 4 - блок-схема, иллюстрирующая способ функционирования сенсорной системы согласно фиг. 1, согласно варианту осуществления изобретения;

¹⁰ фиг. 5 - блок-схема, иллюстрирующая способ функционирования сенсорной системы согласно фиг. 1, в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

Подробное описание

Как показано на фиг. 1, обеспечена сенсорная система, обозначенная позицией 10.

¹⁵ Сенсорная система 10 содержит зонд 12, выполненный с возможностью обеспечения выходного сигнала, характеризующего определяемый параметр. Зонд 12 содержит

первый проводящий элемент 14, второй проводящий элемент 16 и третий проводящий элемент 18. Однако в сенсорной системе 10 можно использовать и меньшее, и большее

число проводящих элементов. Кроме того, согласно варианту осуществления

²⁰ изобретения сенсорная система 10 содержит систему 20 управления зондом, первый переключатель 22, второй переключатель 24 и третий переключатель 26 для избирательного подключения проводящих элементов 14, 16 и 18 к системе 20 управления зондом. Согласно приведому ниже более подробному описанию

²⁵ система 20 управления зондом выполнена с возможностью оптимизации конфигурации зонда 12 согласно выходному сигналу зонда 12 путем избирательного подключения вместе проводящих элементов 14, 16 и 18. Проводящие элементы 14, 16 и 18 также подключены к системе 28 управления отделяющим расстоянием, которая

регулирует отделяющее расстояние между зондом 12 и объектом согласно ³⁰ приведому ниже более подробному описанию. Также обеспечен дополнительный проводящий элемент 30, который действует как обратный канал и экранирует зонд 12 от шума и помех. Для экранирования зонда 12 к проводящему элементу 30 можно подключить и большее число проводящих элементов. Проводящие элементы 14, 16 и 18 также подключены к системе 28 управления отделяющим расстоянием и к

³⁵ системе 20 управления зондом по проводам 32 и 34 соответственно.

В поясняемом варианте осуществления зонд 12 является емкостным зондом, который определяет электрическую емкость между зондом 12 и объектом 36.

⁴⁰ Электрическая емкость между двумя объектами зависит от площади (A) перекрытия и отделяющего расстояния (S) 38 между зондом 12 и объектом 36. В сенсорной системе 10 площадь (A) перекрытия является площадью зонда 12, т.к. площадь объекта 36 больше площади зонда 12. Электрическая емкость между двумя параллельными пластинами определяется следующим уравнением:

45

$$C = \epsilon A/S$$

(1)

где C - электрическая емкость;

ϵ - диэлектрическая проницаемость среды между параллельными пластинами;

A - площадь перекрытия между параллельными пластинами; и

⁵⁰ S - отделяющее расстояние между параллельными пластинами.

Определяя электрическую емкость (C), зонд 12 обеспечивает возможность установить отделяющее расстояние (S) 38 между зондом 12 и объектом 36. Из уравнения (1) можно вывести следующее уравнение отделяющего расстояния (S) в

зависимости от электрической емкости (C):

$$S = \epsilon A/C$$

(2)

5 Согласно приводимому ниже более подробному описанию система 38 управления отделяющим расстоянием регулирует отделяющее расстояние (S) между зондом 12 и объектом 36 на основании сигнала, характеризующего электрическую емкость (C), принимаемого от зонда 12. В этом варианте осуществления системы 28 управления отделяющим расстоянием выполнена с возможностью установления отделяющего
10 расстояния (S) между зондом 12 и объектом 36 по уравнению (2) и данным, запрограммированным в системе 28 управления отделяющим расстоянием. Но система 28 управления отделяющим расстоянием может просто использовать электрическую емкость (C) для регулирования отделяющего расстояния (S) 38 между
15 зондом 12 и объектом 36. Электрическую емкость (C) и/или отделяющее расстояние (S) сравнивают с требуемым значением электрической емкости и/или отделяющего расстояния (S). В соответствии с этим вариантом осуществления системы 28
управления отделяющим расстоянием выдает команду на смещение объекта 36 для обеспечения требуемой электрической емкости (C) или отделяющего расстояния (S).

20 Система 20 управления зондом выполнена с возможностью оптимизации площади (A) зонда 12 для соответствия фактическому отделяющему расстоянию (S) 38 или электрической емкости (C). Система 20 управления зондом уменьшает площадь (A) зонда 12 при уменьшении отделяющего расстояния (S) 38 и увеличивает площадь (A)
25 зонда 12 при увеличении отделяющего расстояния (S) 38. Система 20 управления зондом регулирует площадь (A) зонда 12 путем избирательного замыкания переключателей 22, 24 и 26, тем самым регулируя определенные проводящие элементы 14, 16 и 18, подключенные к системе 28 управления отделяющим расстоянием. Например, если отделяющее расстояние (S) 38 между зондом 12 и
30 объектом 36 небольшое, то система 20 управления зондом может подключить один проводящий элемент 18 не по обратному каналу 30 к системе 28 управления отделяющим расстоянием путем замыкания переключателя 26 и размыкания переключателей 22 и 24. Либо при увеличении отделяющего расстояния (S) 38 между
35 зондом 12 и объектом 36 система 20 управления зондом может оперативно подключить проводящие элементы 14 и 16 к системе 28 управления отделяющим расстоянием путем замыкания переключателей 22 и 24.

В поясняемом варианте осуществления системы 20 управления зондом содержит устройство 40 сопряжения для содействия управлению переключателями 22, 24 и 26.
40 Помимо этого, система 20 управления зондом также содержит процессор 42 для обработки сигнала электрической емкости от зонда 12 и для команды направления сигнала устройству сопряжения на размыкание и замыкание переключателей 22, 24 и 26. В этом варианте осуществления системы 20 управления зондом также имеет запоминающую схему 44 для хранения предварительно заданных программ, внутренних ссылок и другой информации для управления избирательным подключением проводящих элементов 14, 16 и 18.

Как упомянуто выше, переключатели 22, 24 и 26 используются для подключения проводящих элементов 14, 16 и 18 к зонду 12. Согласно одному из вариантов
50 осуществления переключатели 22, 24 и 26 являются полупроводниковыми переключателями. Согласно другому варианту осуществления переключателями 22, 24 и 26 могут быть механические реле. Согласно еще одному варианту осуществления переключателями 22, 24 и 26 могут быть переключатели в виде радиочастотных

5 микроэлектромеханических систем. Следует отметить, что подключение дополнительных проводящих элементов 16 и 18 через переключатели 24 и 26 увеличивает диапазон измерений, осуществляемых зондом 12. Согласно еще одному варианту осуществления проводящие элементы, не используемые для подключения друг к другу, можно подключить к проводящему элементу 30 для обеспечения дополнительного экранирования. Согласно еще одному варианту осуществления неиспользуемые проводящие элементы можно поддерживать с предварительно заданным потенциалом для уменьшения помех при измерениях.

10 Как показано на фиг. 2 и 3, представлены различные типы и конфигурации проводящих элементов, которые можно выполнить для сенсорной системы согласно фиг. 1. Согласно фиг. 2 обеспечен первый зонд 50, в котором проводящие элементы являются проводящими стержнями. Проводящие стержни имеют центральный проводник 52, первую группу проводящих элементов 54 и вторую группу проводящих 15 элементов 56, расположенных по предварительно определенной схеме. Центральный проводящий элемент 52 можно подключить к зонду 12 для всех диапазонов измерения, выполняемых зондом 12. Первую группу проводящих элементов 54 можно подключить к центральному проводнику 52 для увеличения площади (A). Если 20 необходима дополнительная площадь, то вторую группу проводящих элементов 56 можно подключить к центральному проводнику 52 и к первой группе проводящих элементов 54. Однако можно использовать и другие конфигурации. Внешний проводящий элемент 58 расположен вокруг проводящих элементов 52, 54 и 56 и действует как обратный канал и экранирует проводящие элементы 52, 54 и 56 от 25 электрического шума и помех. Согласно альтернативному варианту осуществления к внешнему проводящему элементу 58 можно подключить любые неиспользуемые проводящие элементы.

Фиг. 3 иллюстрирует другой вариант осуществления зонда 60. Зонд 60 содержит 30 центральный проводящий элемент 62 и цилиндрические проводящие элементы 64 и 68 вокруг центрального проводящего элемента 62 в кольцевой конфигурации. Внешний проводящий элемент 68 расположен вокруг проводящих элементов 62, 64 и 66 для снижения воздействия электрического шума и помех на измерение электрической 35 емкости и/или отделяющего расстояния. При этом зонд 60 также может иметь меньшее или большее число проводящих элементов в зависимости от требуемого диапазона измерения. Помимо этого, проводящие элементы 64 и 68 можно избирательно подключить к центральному проводящему элементу 62 для повышения разрешающей способности зонда 60.

На фиг. 4 представлен приводимый в качестве примера способ 70 функционирования сенсорной системы 10 согласно фиг. 1. Первоначально исходную 40 конфигурацию чувствительных элементов выбирают для измерения отделяющего расстояния между внешним объектом и датчиком (блок 72). Затем в блоке 74 данные измерения от датчика используют для того, чтобы установить электрическую емкость (C) между датчиком и внешним объектом. В блоке 76 отделяющее расстояние (S) 45 между датчиком и внешним объектом устанавливают согласно электрической емкости (C), определяемой датчиком.

Затем измеренную электрическую емкость (C) или отделяющее расстояние (S) 50 сравнивают с требуемым диапазоном значений электрической емкости (C) и отделяющего расстояния (S) (блок 78).

Если измеренная электрическая емкость (C) или отделяющее расстояние (S) находятся вне требуемого диапазона электрической емкости (C) и/или отделяющего

расстояния, то конфигурацию датчика изменяют (блок 80). Конфигурацию датчика можно модифицировать подключением большего числа элементов к первоначальной конфигурации датчика. Либо конфигурацию датчика можно изменить удалением проводящих элементов из первоначальной конфигурации датчика. Наконец, в блоке 82 система действует с использованием модифицированной конфигурации, чтобы установить требуемое отделяющее расстояние. Специалистам в данной области техники будет ясно, что этапы 74-82 способа можно повторять для обеспечения требуемого отделяющего расстояния между датчиком и внешним объектом в разные моменты времени.

Фиг. 5 иллюстрирует еще один вариант осуществления приводимого в качестве примера способа 84 функционирования сенсорной системы 10 согласно фиг. 1. Согласно поясняемому способу отделяющее расстояние (S) и/или электрическую емкость (C) устанавливают для каждой конфигурации из числа множества конфигураций чувствительных элементов (блок 86). Затем отделяющее расстояние (S) и/или электрическую емкость (C), измеренные множеством конфигураций чувствительных элементов, анализируют для определения задаваемых оптимального отделяющего расстояния (S) и/или электрической емкости (C) (блок 88). Анализ измеренных отделяющего расстояния (S) и/или электрической емкости (C) можно выполнять в реальном времени. Либо анализ измеренных отделяющего расстояния (S) и/или электрической емкости (C) можно выполнять автономно. Затем, как представлено в блоке 90, требуемый зазор или отделяющее расстояние (S) оценивают как оптимально заданные согласно измеренному отделяющему расстоянию (S) или электрической емкости (C).

Излагаемый выше способ измерения обеспечивает точное измерение зазора между неподвижным объектом и прилегающей перемещаемой частью. Различные аспекты описываемого выше способа можно применить в устройствах, в которых нужно измерять зазор в широком диапазоне расстояний. Например, описываемый выше способ можно использовать для измерения зазора между вращающимся компонентом и неподвижным компонентом в авиационном двигателе. Как упомянуто выше, излагаемый здесь способ может быть целесообразным для измерений по широкому диапазону расстояний путем избирательного подключения проводящих элементов датчика для регулирования площади датчика для измерения расстояния между объектами.

Выше изложены только некоторые признаки изобретения, но специалистам в данной области техники будут понятны многие модификации и изменения. Поэтому подразумевается, что прилагаемая формула изобретения включает в себя все эти модификации и изменения в рамках концепции настоящего изобретения.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

- 10 - сенсорная система
- 12 - датчик
- 45 14-18 - проводящие элементы
- 20 - система управления зондом
- 22-26 - переключатели
- 28 - система управления отделяющим расстоянием
- 30 - экранирующий элемент
- 50 32 - кабель для подключения чувствительных элементов к системе управления отделяющим расстоянием
- 34 - кабель для подключения чувствительных элементов к системе управления

зондом

- 36 - внешний объект
- 38 - зазор
- 40 - устройство сопряжения
- ⁵ 42 - процессор
- 44 - запоминающее устройство
- 50 - датчик с определенной схемой расположения проводящих элементов
- 52 - центральный чувствительный элемент
- ¹⁰ 54 - первая схема расположения проводящих элементов
- 56 - вторая схема расположения проводящих элементов
- 58 - экранирующий проводящий элемент
- 60 - датчик с кольцевым расположением чувствительных элементов
- 64 - первые проводящие элементы
- ¹⁵ 66 - вторые проводящие элементы
- 68 - экранирующий проводящий элемент
- 70 - схема последовательности функционирования сенсорной системы
- 72-82 - этапы способа
- ²⁰ 84 - схема последовательности функционирования сенсорной системы со многими измерениями
- 86-90 - этапы способа

Формула изобретения

- ²⁵ 1. Сенсорная система (10), содержащая датчик (12), сконфигурированный с возможностью обеспечения выходного сигнала, характеризующего определяемый параметр, причем датчик содержит множество чувствительных элементов, которые сконфигурированы с возможностью работы по отдельности или в сочетании друг с другом для изменения площади датчика, и одна конфигурация включает в себя все чувствительные элементы для обеспечения максимальной площади датчика и систему (20) управления, подключенную к датчику (12), при этом система (20) управления выполнена с возможностью изменения площади датчика для регулирования чувствительности датчика (12) согласно выходному сигналу, характеризующему определяемый параметр, причем датчик содержит емкостной зонд.
- ³⁰ 2. Система по п.1, в которой датчик (12) содержит множество проводящих элементов (14).
- ³⁵ 3. Система по п.2, в которой по меньшей мере один из множества проводящих элементов (30) выполнен с возможностью экранирования датчика (12) от шума и помех.
- ⁴⁰ 4. Система по п.2, которая также содержит множество переключателей (22), выполненных с возможностью избирательного подключения каждого из множества проводящих элементов (14) к выходу датчика (12).
- ⁴⁵ 5. Сенсорная система (10), содержащая датчик (12), сконфигурированный с возможностью обеспечения выходного сигнала, характеризующего определяемый параметр, причем датчик содержит множество чувствительных элементов, которые сконфигурированы с возможностью работы по отдельности или в сочетании друг с другом для изменения площади датчика, и одна конфигурация включает в себя все чувствительные элементы для обеспечения максимальной площади датчика; при этом датчик (12) содержит множество проводящих элементов (14) и множество переключателей (22), выполненных с возможностью избирательного подключения

каждого из множества проводящих элементов (14) к выходу датчика (12), и систему (20) управления, выполненную с возможностью управления каждым из множества переключателей (22) для избирательного подключения каждого из множества проводящих элементов (14) к выходу датчика (12).

⁵ 6. Сенсорная система (10), содержащая датчик (12), сконфигурированный с возможностью обеспечения выходного сигнала, характеризующего расстояние между датчиком (12) и внешним объектом (36);

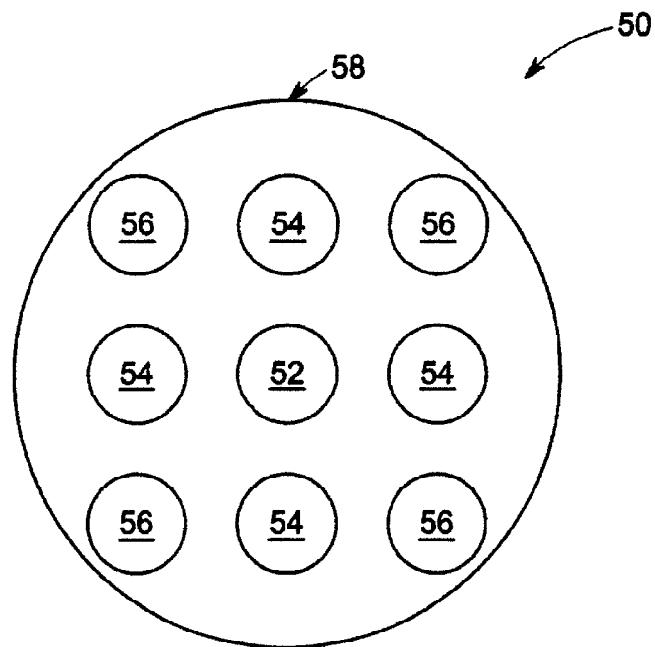
¹⁰ в которой датчик сконфигурирован с возможностью автоматического изменения площади датчика согласно выходному сигналу, характеризующему расстояние между датчиком и внешним объектом (36), причем датчик содержит множество чувствительных областей, которые сконфигурированы с возможностью избирательной работы по отдельности или в сочетании друг с другом для изменения площади, и одна конфигурация датчика содержит все чувствительные области для ¹⁵ достижения максимальной чувствительности, если расстояние является большим, чем опорное значение.

7. Многодиапазонный датчик (12), содержащий множество проводящих элементов (14) в кольцевой конфигурации, выполненных с возможностью определения параметра, причем проводящие элементы в кольцевой конфигурации расположены концентрически по отношению друг к другу, и проводящие элементы в кольцевой конфигурации выполнены с возможностью работы по отдельности или в сочетании друг с другом; и

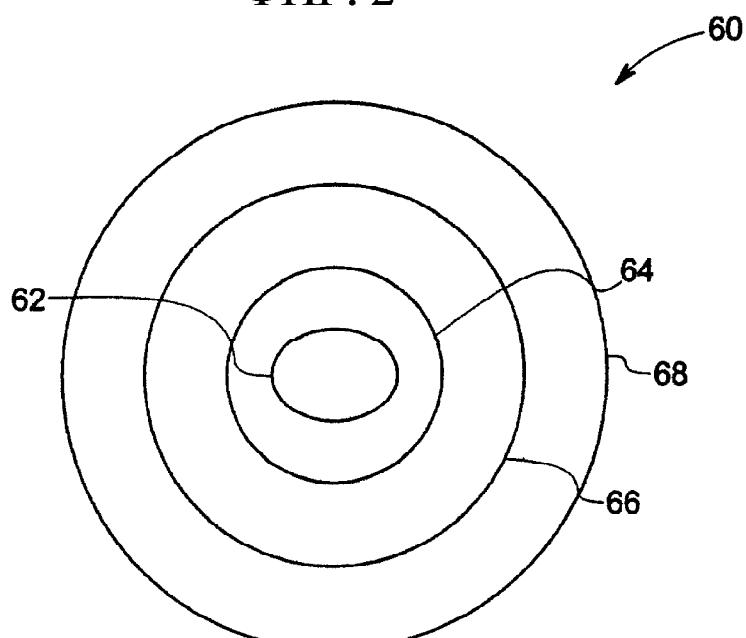
²⁵ множество переключателей (22), выполненных с возможностью избирательного подключения каждого из множества проводящих элементов (14) в кольцевой конфигурации к выходу датчика (12) в различных конфигурациях по отдельности или в сочетании друг с другом, причем одна конфигурация содержит все проводящие элементы в кольцевой конфигурации для обеспечения максимальной площади ³⁰ датчика, причем определяемый параметр содержит электрическую емкость.

8. Способ функционирования сенсорной системы, содержащий следующие этапы: принимают выходной сигнал, характеризующий определяемый параметр, посредством датчика, и

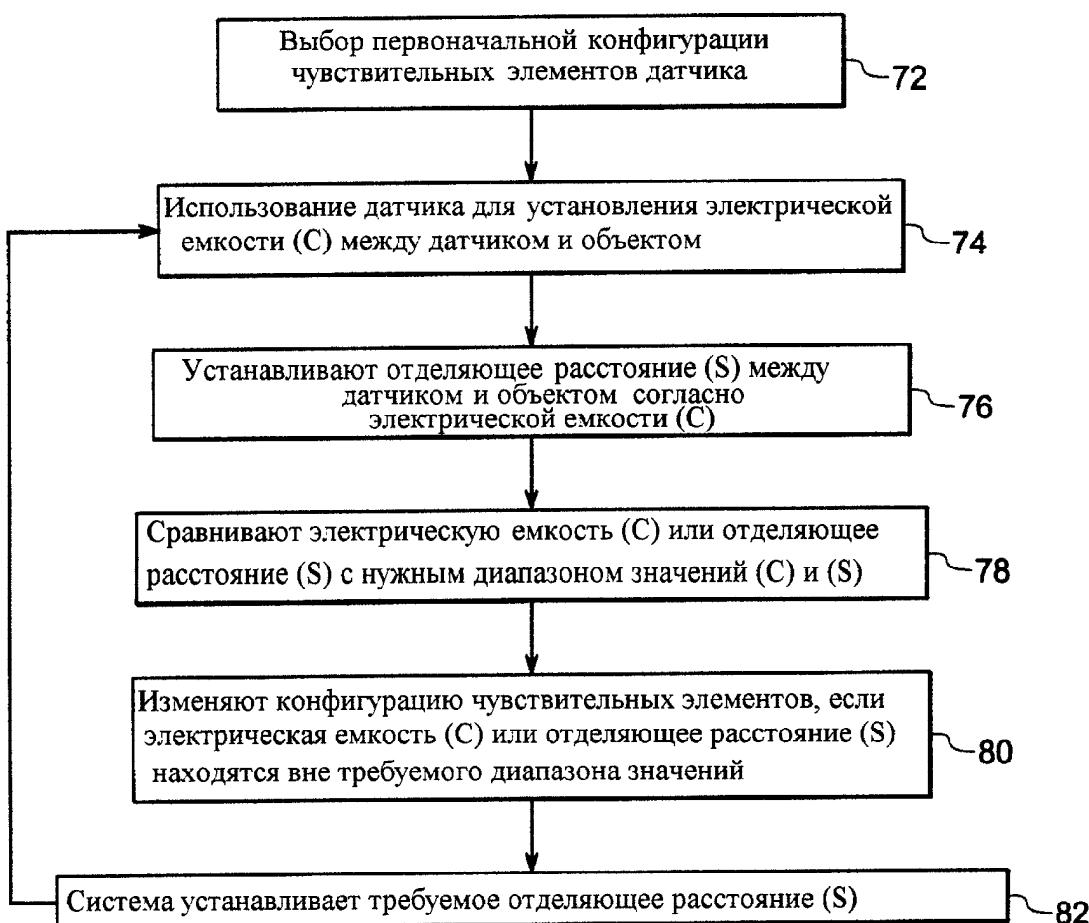
³⁵ регулируют площадь датчика для регулирования чувствительности датчика согласно выходному сигналу, характеризующему определяемый параметр, причем этап регулирования площади датчика содержит этап, на котором осуществляют переключение между множеством чувствительных областей для увеличения площади датчика по мере увеличения расстояния и для уменьшения площади датчика по мере ⁴⁰ уменьшения расстояния.



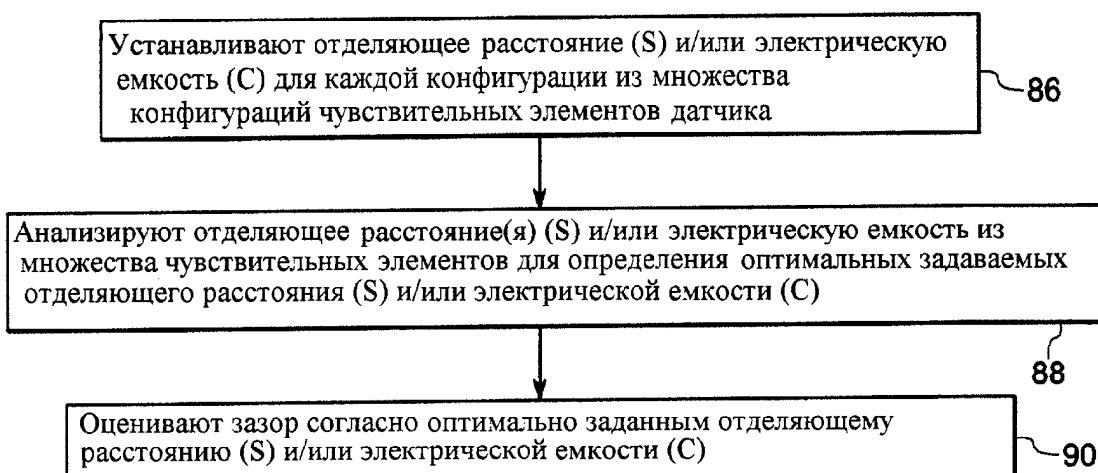
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5