



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

*На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.*

(21)(22) Заявка: **2012104149/08, 06.02.2012**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**06.02.2012**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **06.02.2012**

(45) Опубликовано: **10.06.2013** Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2383860 C1, 10.03.2010. RU 2191346 C2, 20.10.2002. RU 2343540 C1, 10.01.2009. WO 97/14935 A2, 24.04.1997. WO 94/04938 A1, 03.03.1994.**

Адрес для переписки:

**248029, г.Калуга, ул. Гурьянова, 12, кв.60,  
С.В. Карпенко**

(72) Автор(ы):

**Карпенко Сергей Владимирович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

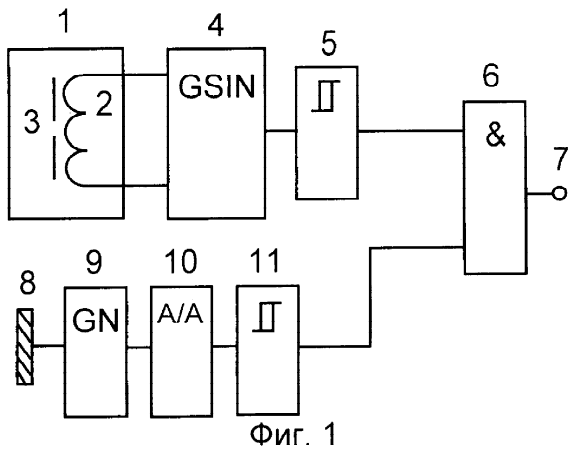
**Карпенко Сергей Владимирович (RU)**

**(54) ДАТЧИК КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области автоматизации производственных процессов в машиностроении и предназначено для контроля положения металлических изделий и исполнительных органов технологического оборудования без механического контакта с ними. Технический результат заключается в обеспечении селективности к металлическим изделиям и повышении надежности работы датчика, встроенного заподлицо в металлические объекты. Датчик включает последовательно соединенные генератор электрических колебаний с индуктивным чувствительным элементом в виде катушки индуктивности, помещенной в кольцевом пазу открытого торца ферритового сердечника, первый пороговый элемент, последовательно включенные мультивибратор с емкостным

чувствительным элементом, детектор, второй пороговый элемент, а также логический элемент И, первый и второй входы которого соединены с выходами соответствующих пороговых элементов, а выход его является выходом датчика. При этом емкостной чувствительный элемент с центральным отверстием и индуктивный чувствительный элемент установлены соосно и образуют чувствительный элемент датчика. При перемещении металлического изделия относительно чувствительного элемента датчика на его выходе обрабатывается сигнал с уровнем логической "1", несущий информацию о контроле металлического изделия. В случае перемещения неметаллического изделия на выходе датчика сигнал о его контроле не обрабатывается, и на его выходе присутствует напряжение с уровнем логического "0". 5 ил.



RU 2 4 8 4 5 2 6 C 1

RU 2 4 8 4 5 2 6 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
**G06M 3/00** (2006.01)  
**G01R 15/00** (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

According to Art. 1366, par. 1 of the Part IV of the Civil Code of the Russian Federation, the patent holder shall be committed to conclude a contract on alienation of the patent under the terms, corresponding to common practice, with any citizen of the Russian Federation or Russian legal entity who first declared such a willingness and notified this to the patent holder and the Federal Executive Authority for Intellectual Property.

(21)(22) Application: **2012104149/08, 06.02.2012**

(24) Effective date for property rights:  
**06.02.2012**

Priority:  
(22) Date of filing: **06.02.2012**

(45) Date of publication: **10.06.2013 Bull. 16**

Mail address:  
**248029, g.Kaluga, ul. Gur'janova, 12, kv.60, S.V.  
Karpenko**

(72) Inventor(s):  
**Karpenko Sergej Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):  
**Karpenko Sergej Vladimirovich (RU)**

(54) **METAL PART POSITION CONTROL TRANSDUCER**

(57) Abstract:

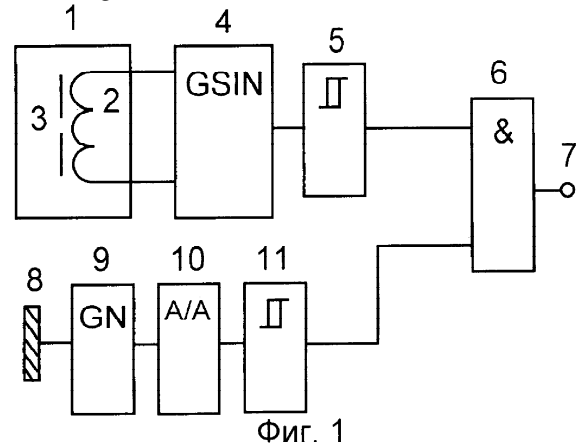
FIELD: machine building.

SUBSTANCE: proposed transducer comprises oscillator with inductive sensor composed if inductor arranged in annular groove of ferrite core open end, first threshold element, flip-flop with capacitive sensor, detector, second threshold element, logical element AND with its first and second inputs connected with appropriate outputs of threshold elements and its output making transducer output. Note here that capacitive sensor with central hole and inductive sensor are aligned to make transducer sensor. With metal part displacing relative to transducer sensor, signal with logical "1" is generated at transducer output to indicate control over said metal part. In case non-metal part is displaced, no said signal is generated and signal

with logical "0" exists at transducer output.

EFFECT: higher reliability.

5 dwg



RU 2 4 8 4 5 2 6 C 1

RU 2 4 8 4 5 2 6 C 1

Изобретение относится к области автоматизации производственных процессов в машиностроении и предназначено для контроля положения металлических изделий и исполнительных органов технологического оборудования без механического контакта с ними.

5 Известен датчик, содержащий индуктивный чувствительный элемент, выполненный в виде катушки индуктивности, помещенной в кольцевом пазу открытой чашки ферритового сердечника, генератор электрических колебаний, в цепь колебательного контура которого включен индуктивный чувствительный элемент, пороговый  
10 элемент, вход которого подключен к выходу генератора электрических колебаний, выходную клемму, являющуюся выходом датчика (см. авторское свидетельство SU 1418778, кл. МКИ<sup>4</sup> G06M 3/00, "Датчик устройства для счета мелких деталей, опубл. 23.08.1988, бюл. №31).

15 Однако такой датчик обладает ограниченными функциональными возможностями при применении, потому что он не обеспечивает гарантированной возможности встраивания его заподлицо со стороны индуктивного чувствительного элемента в металлические элементы объекта эксплуатации. Это вызвано тем, что при схватывании его индуктивного чувствительного элемента металлическим объектом  
20 частично или по всему периметру боковой наружной поверхности его ферритового сердечника имеет место существенный недостаток, ограничивающий возможность встраивания заподлицо в металлический объект каждого датчика из поставляемой изготовителем партии датчиков. При монтаже такого датчика заподлицо в  
25 металлические элементы технологического оборудования происходит взаимодействие их с краевым электромагнитным полем рассеяния чашки ферритового сердечника со стороны ее открытого торца вдоль внешней кромки, образованной поверхностью открытого торца чашки и ее наружной боковой поверхностью. В результате в колебательный контур генератора электрических колебаний датчика вносятся такими  
30 металлическими элементами существенное затухание. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению добротности колебательного контура генератора и к изменению расстояния срабатывания датчика относительно расстояния срабатывания, выставленного в процессе его регулировки в производственных условиях и нормируемого в технических условиях на него, а также в эксплуатационной  
35 документации изготовителя датчика. В результате чего происходит преждевременное срабатывание датчика при нахождении контролируемого изделия на грани точки срабатывания или в области дифференциала хода (т.е. между точками срабатывания и отпускания датчика). Вместе с тем в таком датчике металлическая обкладка 12,  
40 охватывающая чашку ферритового сердечника 11 по периметру ее наружной боковой поверхности, взаимодействует с краевым электромагнитным полем индуктивного чувствительного элемента датчика, существующим со стороны открытого торца чашки на ее внешней кромке, образованной поверхностью открытого торца чашки и ее наружной боковой поверхностью. При этом в колебательный контур генератора  
45 электрических колебаний датчика вносятся металлической обкладкой 12 дополнительное затухание. Это в свою очередь приводит к дополнительному уменьшению добротности колебательного контура генератора и к изменению расстояния срабатывания датчика. Суммарное уменьшение добротности  
50 колебательного контура металлическими элементами технологического оборудования и металлической обкладкой 12 приводит к нарушению режима генерации генератора и к катастрофическому отказу в результате потери функционирования тех экземпляров датчиков, в схеме генератора которых применяются в качестве усилительных

элементов транзисторы с более низкими значениями коэффициентов усиления по току из всего диапазона их значений, предусмотренных техническими условиями изготовителя транзисторов. Чтобы скомпенсировать уменьшение добротности колебательного контура генератора датчика, необходимо применять транзисторы с  
5 более высокими значениями коэффициентов усиления по току, что не представляется возможным на стадии изготовления датчиков, так как изготовитель и организации-разработчики, согласующие применение транзисторов, своими нормативными документами запрещают при разработке и изготовлении изделий электронной техники  
10 производить отбор транзисторов по параметрам, дате и месту изготовления. В связи с этим изготовитель датчиков вынужден производить одни и те же датчики двух видов: датчики, встраиваемые в металлические объекты заподлицо, в которых применены транзисторы с большими значениями коэффициентов усиления по току, и датчики, не  
15 встраиваемые заподлицо в металлические объекты, в которых применены транзисторы с меньшими значениями коэффициентов усиления по току, что существенно ограничивает при применении их функциональные возможности из-за близости металлических объектов при встраивании в них датчиков заподлицо.

Таким образом, отсутствие гарантированной возможности встраивания датчика в  
20 металлический объект заподлицо существенно сужает его функциональные возможности при применении в случае ограниченных объемов монтажного пространства и зон контроля в технологическом оборудовании, где применим только способ монтажа датчика заподлицо в металлические объекты.

Кроме того, такой датчик имеет низкую надежность работы из-за ложных  
25 срабатываний по его выходу при случайном попадании в зону действия электромагнитного поля его индуктивного чувствительного элемента посторонних металлических предметов, когда датчик находится в исходном состоянии, не встроен в металлические элементы технологического оборудования на объекте эксплуатации, а  
30 контролируемое изделие при этом находится вне зоны действия электромагнитного поля его индуктивного чувствительного элемента. При этом ложные срабатывания датчика проявляются в виде формирования на его выходе ложных импульсов напряжения с уровнем логической "1".

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому решению является  
35 датчик, содержащий индуктивный чувствительный элемент, выполненный в виде катушки индуктивности, помещенной в кольцевом пазу открытой чашки ферритового сердечника, генератор электрических колебаний, в цепь колебательного контура которого включен индуктивный чувствительный элемент, первый пороговый элемент,  
40 вход которого подключен к выходу генератора электрических колебаний, логический элемент И, первый вход которого подключен к выходу первого порогового элемента, а выход его является выходом датчика, емкостной чувствительный элемент, выполненный в виде токопроводящей пластины, последовательно соединенные  
45 мультивибратор, к входу которого подключен емкостной чувствительный элемент, детектор, второй пороговый элемент, выход которого соединен со вторым входом логического элемента И (см. патент RU 2343540 C1, МПК G06M 3/00 (2006.01), H01N 36/00 (2006.01), "Датчик контроля положения изделий", опубл. 10.01.2009, бюл. №1).

Однако при монтаже такого датчика заподлицо в металлические элементы  
50 технологического оборудования он имеет сравнительно низкую надежность работы из-за ложных срабатываний по его выходу при случайном попадании в зону действия электрического поля емкостного чувствительного элемента посторонних

5 неметаллических предметов, когда датчик находится в исходном состоянии, а контролируемое металлическое изделие находится за пределами действия чувствительного элемента датчика, образованного индуктивным и емкостным чувствительными элементами. При этом ложные срабатывания датчика проявляются в виде формирования на его выходе ложных импульсов напряжения с уровнем логической "1".

10 Так, в момент подачи напряжения питания на вмонтированный заподлицо датчик в металлический объект при нахождении контролируемого металлического изделия за пределами действия его чувствительного элемента он устанавливается в исходное состояние, при котором на его выходе устанавливается напряжение с уровнем логического "0". При этом в результате взаимодействия с металлическим объектом краевого электромагнитного поля, существующего на внешней кромке ферритового сердечника, образованной его наружной боковой поверхностью и поверхностью 15 открытого торца, в колебательный контур генератора электрических колебаний вносится существенное затухание, и генератор переходит в режим срыва электрических колебаний в течение всего времени нахождения его во встроеном заподлицо в металлический объект состоянии. Первый пороговый элемент при этом переключается в такое состояние, при котором на его выходе устанавливается 20 напряжение с уровнем логической "1", которое подается на первый вход логического элемента И. Вместе с тем мультивибратор переходит в заторможенное состояние, а на выходе второго порогового элемента и, следовательно, на втором входе и на выходе логического элемента И устанавливается напряжение с уровнем логического "0".

25 При попадании постороннего неметаллического предмета в зону действия электромагнитного поля индуктивного чувствительного элемента внесения им существенного затухания в колебательный контур генератора электрических колебаний не происходит. При этом последний продолжает находиться в режиме срыва электрических колебаний под действием металлического объекта, 30 охватывающего ферритовый сердечник частично или по всему периметру его наружной боковой поверхности. Но при вхождении постороннего неметаллического предмета в зону действия электрического поля емкостного чувствительного элемента им и емкостным чувствительным элементом образуется электрический конденсатор. 35 Значение электрической емкости созданного таким образом конденсатора увеличивается до такого уровня, при котором происходит возбуждение мультивибратора и переход его в режим генерации электрических колебаний. Амплитуда выходных импульсов мультивибратора преобразуется детектором в 40 постоянное напряжение с уровнем логической "1", которое превышает входное пороговое напряжение триггера второго порогового элемента. При этом последний переключается в другое устойчивое состояние, при котором на его выходе устанавливается напряжение с уровнем логической "1", которое подается на второй вход логического элемента И. Уровень логической "1" этого напряжения проходит на 45 выход логического элемента И, так как на его первом входе с выхода первого порогового элемента установлено напряжение с уровнем логической "1", разрешающее его прохождение на выход датчика. В момент выхода постороннего неметаллического предмета из зоны действия электрического поля емкостного чувствительного элемента мультивибратор переходит в исходное (заторможенное) 50 состояние, второй пороговый элемент при этом также переключается в исходное состояние, при котором на его выходе и втором входе логического элемента И устанавливается напряжение с уровнем логического "0". Под действием этого

напряжения логический элемент И переключается в исходное состояние. На этом формирование на выходе датчика ложного импульса напряжения с уровнем логической "1" заканчивается.

5 Таким образом, из изложенного выше следует, что в момент встраивания такого датчика заподлицо в металлические элементы технологического оборудования происходит трансформирование его из датчика индуктивно-емкостного типа, когда он не встроен заподлицо в эти элементы и реагирует только на металлические изделия, в датчик емкостного типа, когда он в равной мере срабатывает как от металлических, 10 так и от неметаллических изделий. Следовательно, в этом случае в таком датчике снижается надежность работы из-за ложных срабатываний его от посторонних неметаллических предметов, случайно попадающих в зону действия электрического поля чувствительного элемента датчика.

15 Кроме того, такой датчик, встроенный заподлицо в металлический объект, теряет свойство селективности (избирательности) в отношении металлических контролируемых изделий, так как он в равной степени реагирует как на металлические, так и неметаллические изделия. Так, при использовании вместо металлического контролируемого изделия неметаллического изделия на выходе 20 датчика формируется информационный сигнал контроля неметаллического изделия с уровнем логической "1", т.е. имеет место потеря селективности датчика в отношении металлических изделий при встраивании его заподлицо в металлические объекты. Процесс формирования на выходе датчика информационного сигнала контроля неметаллического изделия в этом случае аналогичен описанному выше процессу 25 формирования на его выходе ложного сигнала от постороннего неметаллического предмета.

Решаемая изобретением задача - обеспечение селективности (избирательности) датчика к металлическим изделиям путем устранения реагирования его на 30 неметаллические изделия и повышение надежности работы датчика при встроеном заподлицо в металлические объекты путем устранения его ложных срабатываний от посторонних неметаллических предметов.

Поставленная задача достигается тем, что в датчике, содержащем индуктивный и емкостной чувствительные элементы, образующие чувствительный элемент датчика, 35 генератор электрических колебаний, в цепь колебательного контура которого включен индуктивный чувствительный элемент, выполненный в виде катушки индуктивности, помещенной в кольцевом пазу открытого торца ферритового сердечника, первый пороговый элемент, вход которого соединен с выходом генератора электрических колебаний, логический элемент И, первый вход которого 40 подключен к выходу первого порогового элемента, а выход его является выходом датчика, последовательно соединенные мультивибратор с емкостным чувствительным элементом, выполненным в виде токопроводящей пластины и подключенным к его входу, детектор, второй пороговый элемент, выход которого соединен со вторым 45 входом логического элемента И, при этом поверхность открытого торца ферритового сердечника индуктивного чувствительного элемента и одна из плоскостей емкостного чувствительного элемента, направленные в одну сторону, установлены параллельно и образуют чувствительную поверхность датчика, емкостной чувствительный элемент 50 любой геометрической формы снабжен центральным отверстием, геометрическая форма которого повторяет геометрическую форму наружной боковой поверхности ферритового сердечника, установленного соосно с центральным отверстием емкостного чувствительного элемента, внутренняя торцевая поверхность которого

охватывает наружную боковую поверхность ферритового сердечника по всему ее периметру с зазором между этими поверхностями, обеспечивающим устранение взаимодействия с емкостным чувствительным элементом краевого электромагнитного поля рассеяния, существующего на внешней кромке ферритового сердечника, образованной наружной боковой поверхностью ферритового сердечника и поверхностью его открытого торца.

На фиг.1 представлена функциональная схема датчика; на фиг.2 - схема взаимного расположения индуктивного и емкостного чувствительных элементов и контролируемого изделия; на фиг.3 - диаграммы напряжений, поясняющие работу не встроенного заподлицо в металлические объекты датчика при радиальном перемещении контролируемого металлического изделия или не встроенного заподлицо в металлические объекты датчика при осевом перемещении контролируемого металлического изделия, когда дальность действия электрического поля емкостного чувствительного элемента датчика больше дальности действия электромагнитного поля индуктивного чувствительного элемента датчика; на фиг.4 - диаграммы напряжений, поясняющие работу встроенного заподлицо в металл датчика при радиальном и осевом перемещениях контролируемого металлического изделия; на фиг.5 - диаграммы напряжений, поясняющие работу не встроенного заподлицо в металлические объекты датчика при осевом перемещении контролируемого металлического изделия, когда дальность действия электромагнитного поля индуктивного чувствительного элемента датчика больше дальности действия электрического поля емкостного чувствительного элемента датчика.

Датчик содержит (см. фиг.1, фиг.2) индуктивный чувствительный элемент 1, выполненный в виде катушки индуктивности 2, помещенной со стороны открытого торца чашки ферритового сердечника 3 в ее кольцевом пазу, высокочастотный генератор 4 электрических колебаний, выполненный, например, по схеме автогенератора с индуктивной трехточкой, причем выходы индуктивного чувствительного элемента 1 подключены к цепям его колебательного контура (см. авторское свидетельство SU 1418778, кл. МКИ<sup>4</sup> G06M 3/00, "Датчик устройства для счета мелких деталей", опубл. 23.08.1988, бюл. №31), первый пороговый элемент 5, выполненный, например, по схеме триггера Шмитта, вход которого подключен к выходу высокочастотного генератора 4 электрических колебаний, логический элемент И 6, первый вход которого соединен с выходом первого порогового элемента 5, выходную клемму 7, подключенную к выходу логического элемента И 6 и являющуюся выходом датчика, емкостной чувствительный элемент 8, последовательно включенные мультивибратор 9 с подключенным к его входу емкостным чувствительным элементом 8, выполненный, например, по схеме симметричного автогенератора прямоугольных импульсов на основе операционного усилителя (см. книгу Шило В.Л. Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре. - М.: "Сов. радио", 1974", с.175, рис.4.42,а), детектор 10, выполненный, например, по схеме диодного пассивного преобразователя амплитудных значений переменного напряжения в постоянное с последовательным включением выпрямительного диода с выходной нагрузкой в виде параллельной RC-цепи (см. книгу, "Волгин Л.И. Измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное. М.: "Сов. радио", 1977", с.174, рис.4.9,б), второй пороговый элемент 11, выполненный, например, по схеме триггера Шмитта, выход которого соединен со вторым входом логического элемента И 6.



Индуктивный чувствительный элемент 1 включает в себя катушку индуктивности 2, ферритовый сердечник 3, выполненный в виде чашки, имеющей открытый и закрытый торцы. Со стороны открытого торца чашки ферритового сердечника 3 в его кольцевом пазу установлена обмотка катушки индуктивности 2. У открытого торца чашки ферритового сердечника 3 при подаче высокочастотного сигнала на катушку индуктивности 2 с генератора 4 образуется в воздушном пространстве электромагнитное поле 12. Магнитный поток этого поля замыкается через воздушное пространство между внутренним кольцевым выступом чашки, установленным внутри центрального отверстия катушки индуктивности 2, и наружным кольцевым выступом чашки, охватывающим своей внутренней боковой поверхностью наружную боковую поверхность катушки индуктивности 2 по ее периметру. Причем на внешней кромке наружного кольцевого выступа чашки ферритового сердечника 3, образованной поверхностью открытого торца чашки ферритового сердечника 3 и ее наружной боковой поверхностью, существует краевое электромагнитное поле рассеяния (на фиг.2 не показано для удобства читаемости чертежа). При этом перед закрытым торцом чашки в воздушном пространстве электромагнитное поле не возникает, так как его магнитный поток замыкается внутри сердечника через сплошной слой феррита, образующего закрытый торец чашки, т.е. происходит экранирование этим слоем электромагнитного поля со стороны закрытого торца ферритового сердечника 3.

Емкостной чувствительный элемент 8, подключенный в цепи отрицательной обратной связи к инвертирующему входу операционного усилителя мультивибратора 9, является одной из обкладок частотозадающего "раскрытого конденсатора", второй обкладкой которого являются электрические цепи общей "земли" мультивибратора 9 и датчика в целом, и служит емкостным чувствительным элементом мультивибратора 9 (см. журнал "Радио", №10, 2002, с.38, рис.1; с.39, рис.3). При этом емкостной чувствительный элемент 8 выполнен в виде токопроводящей пластины с центральным отверстием, геометрическая форма которого совпадает с геометрической формой наружной боковой поверхности ферритового сердечника 3 индуктивного чувствительного элемента 1. Причем центральное отверстие емкостного чувствительного элемента 8 установлено соосно с ферритовым сердечником 3 и охватывает своей внутренней торцевой поверхностью наружную боковую поверхность ферритового сердечника по всему ее периметру таким образом, что между внутренней торцевой поверхностью емкостного чувствительного элемента 8 и наружной боковой поверхностью ферритового сердечника 3 по всему ее периметру имеется гарантированный зазор. При этом ширина этого зазора выбрана такой, чтобы исключалось взаимодействие с емкостным чувствительным элементом 8 краевого электромагнитного поля рассеяния (на фиг.2 не показано для удобства читаемости чертежа), существующего на внешней кромке наружного кольцевого выступа ферритового сердечника 3, образованной наружной боковой поверхностью ферритового сердечника 3 и поверхностью его открытого торца. Наличие такого зазора исключает возможность внесения нежелательного дополнительного затухания в колебательный контур генератора 4. Это, в свою очередь, исключает возможность снижения добротности колебательного контура генератора 4 и нарушения его режима генерации электрических колебаний, приводящего к нарушению работоспособности датчика. При этом емкостной чувствительный элемент 8 может быть выполнен различной геометрической формы, например треугольной, квадратной, прямоугольной, пяти- или шестиугольной и другой формы, т.е. любой геометрической

формы, которая обеспечивала бы размером своей площади образование при взаимодействии его с контролируемым металлическим изделием электрического конденсатора с необходимым значением его электрической емкости, достаточной для возникновения режима генерации электрических колебаний мультивибратора 9.

5 При этом емкостной чувствительный элемент 8, охватывающий своей внутренней торцевой поверхностью наружную боковую поверхность ферритового сердечника 3 по всему ее периметру, и индуктивный чувствительный элемент 1 образуют чувствительный элемент датчика. При этом поверхность открытого торца  
10 ферритового сердечника 3 и одна из плоскостей емкостного чувствительного элемента 8, направленные в одну сторону, т.е. в сторону контролируемого изделия 14, и установленные параллельно, образуют чувствительную поверхность датчика.

15 Такое взаимное расположение в пространстве емкостного и индуктивного чувствительных элементов 8, 1 и контролируемого изделия 14 (см. фиг.2) при прохождении им в направлении стрелки 15 (16) относительно чувствительного элемента датчика параллельно его чувствительной поверхности в пределах действия электрического поля 17 емкостного чувствительного элемента 8 и электромагнитного поля 12 у открытого торца чашки ферритового сердечника 3 всегда обеспечивает  
20 последовательное взаимодействие контролируемого изделия 14 с электрическим полем 17 и электромагнитным полем 12. Это, в свою очередь, обеспечивает:

1) формирование на выходе порогового элемента 11 импульса напряжения с уровнем логической "1" длительностью, равной длительности нахождения контролируемого изделия 14 в электрическом поле 17 емкостного чувствительного  
25 элемента 8 датчика;

2) формирование на выходе порогового элемента 5 импульса напряжения с уровнем логической "1" длительностью, равной длительности нахождения контролируемого изделия 14 в электромагнитном поле 12 индуктивного  
30 чувствительного элемента 1 датчика;

3) получение на выходе порогового элемента 11 импульса напряжения с уровнем логической "1" длительностью, всегда большей, чем длительность импульса на выходе порогового элемента 5;

4) расстановку на временной оси сформированных импульсов таким образом,  
35 чтобы выходной импульс порогового элемента 11, длительность которого больше, чем длительность импульса на выходе порогового элемента 5, всегда "охватывал" выходной импульс последнего.

40 Такое взаимное расположение индуктивного и емкостного чувствительных элементов и взаимодействие их в описанной выше последовательности с контролируемым изделием, а также соответствующая обработка предложенной схемой датчика их выходных сигналов позволяют повысить надежность работы датчика путем устранения ложных срабатываний датчика от посторонних  
45 немаetalлических предметов, случайно попадающих в зону действия электрического поля его емкостного чувствительного элемента, и обеспечить его селективность (избирательность) в отношении металлических контролируемых изделий в случае монтажа датчика заподлицо со стороны его индуктивного чувствительного элемента в металлические объекты и в случае отсутствия такого монтажа.

50 Датчик работает следующим образом. Рассмотрим работу датчика в двух случаях, когда датчик не встроен и встроен заподлицо в металлические объекты.

Случай 1. Датчик не встроен заподлицо в металлический объект.

После подачи напряжения питания в момент нахождения контролируемого

изделия 14 вне зоны чувствительной поверхности датчика (см. фиг.2) генератор 4 переходит в режим генерации электрических колебаний, постоянная составляющая тока которых на его выходе создает падение напряжения, превышающее входное пороговое напряжение триггера порогового элемента 5. При этом последний переключается в такое устойчивое состояние, при котором на его выходе устанавливается напряжение  $U_1$  с уровнем логического "0" (см. фиг.3), которое подается на первый вход логического элемента 6. Вместе с тем в момент подачи напряжения питания мультивибратор 9 переходит в заторможенное состояние, при котором на его выходе, на входе и выходе детектора 10, на входе порогового элемента 11 устанавливаются напряжения с уровнями логического "0". В результате пороговый элемент 11 устанавливается в такое устойчивое состояние, при котором на его выходе и на втором входе логического элемента 6 устанавливается напряжение  $U_2$  с уровнем логического "0" (см. фиг.3). После чего на первом и втором входах логического элемента 6 устанавливаются соответственно напряжения  $U_1$  и  $U_2$  с уровнями логического "0". При этом на его выходе и на выходной клемме 7 устанавливается напряжение  $U_3$  также с уровнем логического "0".

Таким образом, после подачи напряжения питания датчик устанавливается в исходное состояние, при котором контролируемое изделие 14 находится за пределами его чувствительной поверхности, а на выходной клемме 7 устанавливается напряжение  $U_3$  с уровнем логического "0". После чего датчик готов к первому циклу контроля металлических изделий.

При перемещении в радиальном направлении вдоль стрелки 15 (16) в зону чувствительной поверхности датчика металлического контролируемого изделия 14 оно входит в зону действия электрического поля 17 емкостного чувствительного элемента 8 и образует с ним электрический конденсатор. Значение электрической емкости образованного таким образом конденсатора увеличивается до такого уровня, при котором происходит возбуждение мультивибратора 9 и переход его в режим генерации электрических колебаний. Амплитуда выходных импульсов мультивибратора 9 преобразуется детектором 10 в постоянное напряжение с уровнем логической "1", которое превышает входное пороговое значение напряжения триггера порогового элемента 11. При этом последний переключается в другое устойчивое состояние, при котором на его выходе устанавливается напряжение  $U_2$  с уровнем логической "1" (см. фиг.3), которое подается на второй вход логического элемента 6. Но уровень логической "1" напряжения  $U_2$  через второй вход логического элемента 6 на его выход и выходную клемму 7 не проходит, и на выходной клемме 7 продолжает присутствовать напряжение  $U_3$  с уровнем логического "0", так как к этому моменту на первый вход логического элемента 6 подано с выхода порогового элемента 5 запрещающее его прохождение напряжение  $U_1$  с уровнем логического "0".

Далее контролируемое изделие 14, оставаясь в зоне действия электрического поля 17, входит в зону действия электромагнитного поля 12. При этом происходит срыв генерации электрических колебаний генератора 4 вследствие внесения существенного затухания в его колебательный контур металлическим контролируемым изделием 14. В результате пороговый элемент 5 переключается в другое устойчивое состояние, при котором на его выходе и на первом входе логического элемента 6 устанавливается напряжение  $U_1$  с уровнем логической "1" (см. фиг.3). После чего на обоих входах логического элемента 6 устанавливаются напряжения  $U_1$ ,  $U_2$  с уровнями логической "1", поэтому на выходе логического элемента 6 и на выходной клемме 7 устанавливается напряжение  $U_3$  с уровнем

логической "1".

При дальнейшем перемещении в выбранном направлении контролируемое изделие 14, оставаясь в зоне действия электрического поля 17, выходит из зоны действия электромагнитного поля 12. При этом генератор 4 переходит в режим генерации электрических колебаний, т.е. в исходное состояние, при котором на его выходе и на входе порогового элемента 5 устанавливается напряжение с уровнем логического "0". В результате пороговый элемент 5 переключается также в исходное состояние. После чего на его выходе и на первом входе логического элемента 6 устанавливается напряжение U1 с уровнем логического "0". При этом логический элемент 6 переключается, и на его выходе устанавливается напряжение U3 с уровнем логического "0".

Затем контролируемое изделие 14 выходит из зоны действия электрического поля 17. При этом мультивибратор 9 переходит в заторможенное состояние, т.е. в исходное состояние, при котором на его выходе, на входе и выходе детектора 10 устанавливаются напряжения с уровнями логического "0". Под действием этого нулевого уровня напряжения пороговый элемент 11 переключается в другое состояние, т.е. в исходное состояние, при котором на его выходе и на втором входе логического элемента 6 устанавливается напряжение U2 с уровнем логического "0". Так как на обоих входах логического элемента 6 устанавливаются напряжения U1, U2 с уровнями логического "0", на его выходе и на выходной клемме 7 подтверждается присутствие напряжения U3 с уровнем логического "0". На этом цикл контроля металлического изделия 14 заканчивается, и датчик готов к следующему циклу контроля металлического изделия 14 на выходной клемме 7. При повторном прохождении контролируемого металлического изделия 14 относительно чувствительной поверхности датчика описанный выше в соответствии с диаграммами, приведенными на фиг.3, цикл контроля металлического изделия повторяется.

Случай 2. Датчик встроен в металлический объект и подвержен его влиянию.

После подачи напряжения питания в момент нахождения контролируемого изделия 14 вне зоны чувствительной поверхности датчика (см. фиг 2) генератор 4 переходит в режим генерации электрических колебаний, постоянная составляющая тока которых на его выходе создает падение напряжения, превышающее входное пороговое значение напряжения триггера порогового элемента 5. При этом последний переключается в такое устойчивое состояние, при котором на его выходе устанавливается напряжение U1 с уровнем логического "0", которое подается на первый вход логического элемента 6 (см. фиг.4). Вместе с тем в момент подачи напряжения питания происходит взаимодействие краевого электрического поля 13 емкостного чувствительного элемента 8, существующего по периметру вблизи его наружного торца, с металлическим объектом (на фиг.2 не показан), в который встроен датчик заподлицо. В результате емкостной чувствительный элемент и окружающий его металлический объект образуют электрический конденсатор. Значение электрической емкости образованного таким образом конденсатора увеличивается до такого уровня, при котором происходит возбуждение мультивибратора 9 и переход его в режим генерации электрических колебаний. Амплитуда выходных импульсов мультивибратора 9 преобразуется в постоянное напряжение с уровнем логической "1", которое превышает входное пороговое значение напряжения триггера порогового элемента 11. При этом последний переключается в другое устойчивое состояние, при котором на его выходе устанавливается напряжение U2 с уровнем логической "1" (см. фиг.4), которое подается на второй вход логического элемента 6. Но уровень

логической "1" напряжения U2 через второй вход логического элемента 6 на его выход и на выходную клемму 7 не проходит, так как на первый вход логического элемента 6 с выхода порогового элемента 5 подано запрещающее его прохождение напряжение U1 с уровнем логического "0". Поэтому на выходе логического элемента 6 и на выходной клемме 7 устанавливается напряжение U3 с уровнем логического "0".

Таким образом, после подачи напряжения питания датчик устанавливается в исходное состояние, при котором контролируемое изделие 14 находится за пределами его чувствительной поверхности, а на выходной клемме 7 устанавливается напряжение U3 с уровнем логического "0". После чего датчик готов к первому циклу контроля металлических изделий.

При перемещении в радиальном направлении вдоль стрелки 15 (16) в зону чувствительной поверхности датчика металлического контролируемого изделия 14 оно входит в зону действия электрического поля 17 емкостного чувствительного элемента 8 и образует с ним электрический конденсатор. Значение электрической емкости образованного таким образом конденсатора суммируется со значением электрической емкости конденсатора, образованного охватывающим емкостной чувствительный элемент 8 металлическим объектом, в который встроен датчик заподлицо, и емкостным чувствительным элементом 8. Но увеличение емкости конденсатором, образованным контролируемым изделием 14 и емкостным чувствительным элементом 8, приводит лишь к повышению устойчивости режима генерации электрических колебаний мультивибратора 9 и, следовательно, не приводит к переключению порогового элемента 11 в другое устойчивое состояние. Поэтому на втором входе логического элемента 6 продолжает присутствовать напряжение U2 с уровнем логической "1" в течение всех циклов контроля металлического изделия 14 до тех пор, пока датчик будет встроен заподлицо в металлический объект (см. фиг.4).

Далее контролируемое изделие 14, оставаясь в зоне действия электрического поля 17, входит в зону действия электромагнитного поля 12. При этом генератор 4 вследствие внесенного контролируемым изделием 14 существенного затухания в его колебательный контур переходит в режим срыва электрических колебаний. В результате постоянная составляющая тока электрических колебаний на его выходе создает падение напряжения, не превышающее значение входного порогового напряжения триггера порогового элемента 5. При этом последний переключается в такое устойчивое состояние, при котором на его выходе устанавливается напряжение U1 с уровнем логической "1", которое подается на первый вход логического элемента 6 (см. фиг.4). После чего на обоих входах логического элемента 6 устанавливаются напряжения U1, U2 с уровнями логической "1". При этом происходит переключение логического элемента 6 в другое состояние, при котором на его выходе и на выходной клемме 7 устанавливается напряжение U3 с уровнем логической "1" (см. фиг.4).

Затем контролируемое изделие 14, оставаясь в зоне действия электрического поля 17, выходит за пределы зоны действия электромагнитного поля 12. В результате генератор 4 переходит в режим генерации электрических колебаний, при котором постоянная составляющая тока электрических колебаний на его выходе создает падение напряжения, превышающее значение, входного порогового напряжения триггера порогового элемента 5. После чего последний переключается в другое устойчивое состояние, т.е. в исходное состояние, при котором на его выходе устанавливается напряжение U1 с уровнем логического "0", которое подается на первый вход логического элемента 6. Под действием этого напряжения логический

элемент 6 переключается, и на его выходе и на выходной клемме 1 устанавливается напряжение  $U_3$  с уровнем логического "0".

При дальнейшем перемещении в выбранном направлении контролируемое изделие 14 выходит из зоны действия электрического поля 17. Однако переключения порогового элемента 11 в другое устойчивое состояние не происходит, так как мультивибратор 9 продолжает находиться в режиме генерации электрических колебаний под действием емкости электрического конденсатора, образованного емкостным чувствительным элементом 8 и охватывающим его металлическим объектом, в который встроен датчик заподлицо. После выхода контролируемого металлического изделия 14 из зоны действия электрического поля 17 цикл контроля его заканчивается, и датчик готов к следующему циклу контроля металлического изделия 14.

Обеспечение селективности датчика в отношении контролируемых металлических изделий, когда датчик встроен заподлицо в металлический объект, происходит следующим образом.

При перемещении, например, неметаллического контролируемого изделия 14 в радиальном направлении вдоль стрелки 15 (16) оно входит в зону действия электрического поля 17 и образует с емкостным чувствительным элементом 8 электрический конденсатор. Значение электрической емкости такого конденсатора суммируется со значением электрической емкости конденсатора, образованного емкостным элементом 8 и охватывающим его металлическим объектом, в который встроен датчик заподлицо. Но увеличение электрической емкости этим конденсатором приводит лишь к повышению устойчивости режима генерации электрических колебаний мультивибратора 9, вызванного электрической емкостью конденсатора, образованного емкостным чувствительным элементом 8 и охватывающим его металлическим объектом, в который встроен датчик заподлицо. Поэтому это не приводит к переключению порогового элемента 11 в другое устойчивое состояние. При этом на втором входе логического элемента 6 продолжает присутствовать напряжение  $U_2$  с уровнем логической "1" в течение всех циклов контроля неметаллического изделия 14 до тех пор, пока датчик будет встроен заподлицо в металлический объект.

Далее контролируемое неметаллическое изделие 14, оставаясь в зоне действия электрического поля 17, входит в зону действия электромагнитного поля 12. Но контролируемое неметаллическое изделие 14 существенного затухания в колебательный контур генератора 4 не вносит. Поэтому срыва режима генерации электрических колебаний генератора 4 и переключения порогового элемента 5 в другое устойчивое состояние не происходит. При этом состояние схемы датчика не изменяется, и на выходной клемме 7 продолжает присутствовать напряжение  $U_3$  с уровнем логического "0", т.е. датчик продолжает находиться в исходном состоянии.

При дальнейшем перемещении в выбранном направлении контролируемое неметаллическое изделие 14, оставаясь в зоне действия электрического поля 17, выходит из зоны действия электромагнитного поля 12. Но изменения режима генерации электрических колебаний генератора 4 и переключения порогового элемента 5 вследствие отсутствия внесения им существенного затухания в колебательный контур генератора 4 не происходит. В результате состояние схемы датчика не изменяется, и на выходной клемме 7 продолжает присутствовать напряжение  $U_3$  с уровнем логического "0", т.е. датчик и в этом случае продолжает находиться в исходном состоянии.

Затем контролируемое изделие 14 выходит из зоны действия электрического поля 17. При этом перехода мультивибратора 9 в заторможенное состояние не происходит, так как мультивибратор 9 продолжает находиться в режиме генерации электрических колебаний под действием емкости электрического конденсатора, образованного емкостным чувствительным элементом и охватывающим его металлическим объектом, в который встроен датчик заподлицо. В результате состояние электрической схемы датчика также не изменяется, и датчик продолжает находиться в исходном состоянии.

Таким образом, при перемещении в радиальном направлении неметаллического контролируемого изделия срабатывания датчика, встроенного заподлицо в металлический объект, не происходит. При этом срабатывание датчика происходит только от контролируемых металлических изделий, т.е. обеспечивается селективность датчика в отношении металлических изделий.

Повышение надежности работы датчика путем устранения его ложных срабатываний от посторонних неметаллических предметов, когда датчик встроен заподлицо в металлический объект, происходит следующим образом.

Исходное состояние датчика после подачи на него напряжения питания согласно описанному выше исходному состоянию (см. случай 2).

При попадании постороннего неметаллического предмета в зону действия электрического поля 17 чувствительный элемент 8 и неметаллический предмет образуют электрический конденсатор. Электрическая емкость этого конденсатора не изменяет состояния мультивибратора 9, который находится в режиме генерации электрических колебаний под действием электрической емкости конденсатора, образованного емкостным чувствительным элементом и охватывающим его металлическим объектом, в который встроен датчик заподлицо, а лишь повышает устойчивость его режима генерации электрических колебаний. При этом переключения порогового элемента 11 и логического элемента 6 не происходит, и на выходной клемме 7 продолжает присутствовать напряжение  $U_3$  с уровнем логического "0", так как на первом входе логического элемента 6 продолжает присутствовать напряжение  $U_1$  с уровнем логического "0", поданное с выхода порогового элемента 5 и запрещающее его переключение. Т.е. датчик продолжает находиться в исходном состоянии и на его выходной клемме 7 формирования ложного импульса напряжения с уровнем логической "1" не происходит, что обеспечивает повышение надежности работы датчика.

Выше описана работа датчика при срабатывании его от металлических контролируемых изделий при перемещении их в радиальном направлении по стрелке 15 (16). Однако датчик обеспечивает также срабатывание от металлических контролируемых изделий при перемещении их в осевом направлении по стрелке 18 в зону действия электрического и электромагнитного полей 17, 12 и обратно в исходное положение в двух вариантах эксплуатации - при встроенном и не встроенном датчике заподлицо в металлические объекты.

Работа датчика, встроенного в металлический объект заподлицо, при перемещении контролируемого металлического изделия 14 в осевом направлении аналогична его работе во встроенном состоянии заподлицо в металлический объект при перемещении контролируемого металлического изделия в радиальном направлении (см. случай 2) и описывается диаграммами, приведенными на фиг.4.

При этом селективность датчика в отношении металлических контролируемых изделий обеспечивается и при перемещении их в осевом направлении по стрелке 18 в

зону действия электрического и электромагнитного полей 17, 12 и обратно в исходное положение. Происходит это аналогично описанному выше для случая радиального перемещения контролируемых изделий.

5 Повышение надежности датчика, встроенного в металлический объект заподлицо со стороны его чувствительного элемента, при случайном попадании посторонних  
неметаллических предметов в зону действия электрического поля 17 при эксплуатации датчика для контроля металлических изделий, перемещающихся в осевом  
направлении, аналогично описанному выше для случая перемещения контролируемых  
10 металлических изделий в радиальном направлении.

Для определенности в описании работы датчика и лучшего понимания особенностей его работы при не встроенном состоянии заподлицо в металлический объект при осевом перемещении контролируемого изделия 14 по стрелке 18 в зоны действия электрического и электромагнитного полей 17, 12 и обратно в исходное  
15 положение сделаем предварительно пояснения и некоторые допущения.

Из-за разброса значений параметров радиоэлементов схемы датчика и влияния на них многих факторов при изготовлении и эксплуатации, например, таких как температура, влажность, давление воздуха окружающей среды, вибрации постоянной или переменной амплитуды, одиночные и многократные удары, акустические шумы,  
20 возможны следующие соотношения дальностей действия электрического и электромагнитного полей 17, 12 датчика вдоль его оси симметрии, проведенной перпендикулярно и через центры отверстия емкостного чувствительного элемента 8 и поверхности открытого торца чашки ферритового сердечника 3 индуктивного  
25 чувствительного элемента 1: дальность действия электрического поля 17 больше либо меньше действия электромагнитного поля 12. В предельном, теоретическом, случае дальности действия этих полей могут быть равны. Однако получение такого стабильного равенства и поддержание его в производственных условиях и в условиях  
30 эксплуатации датчиков не представляется возможным из-за указанных выше воздействующих факторов на их элементы схемы.

Поэтому целесообразно принять значение дальности действия электрического и электромагнитного полей 17 и 12, когда дальности действия этих полей равны, за номинальное (теоретическое) значение, а выставленные в процессе регулировочных  
35 операций схемы датчика дальностей действия его полей считать технологически приемлемыми, когда дальность действия одного из этих полей, например, на 5% больше, а другого - на эту же величину меньше принятого номинального (теоретического) значения.

40 С учетом принятых допущений в части различных соотношений дальностей действия электрического и электромагнитного полей 17 и 12 датчик, не встроенный заподлицо в металлический объект, работает следующим образом.

Работа не встроенного датчика заподлицо в металлический объект при перемещении контролируемого изделия 14 в осевом направлении, когда дальность  
45 действия электрического поля 17 больше дальности действия электромагнитного поля 12, аналогична работе датчика, не встроенного заподлицо в металлический объект, при радиальном перемещении контролируемого металлического изделия 14 и описывается диаграммами, приведенными на фиг.3.

50 Работа не встроенного датчика заподлицо в металлический объект при перемещении контролируемого изделия 14 в осевом направлении, когда дальность действия электромагнитного поля 12 больше дальности действия электрического поля 17, аналогична работе датчика, не встроенного заподлицо в металлический



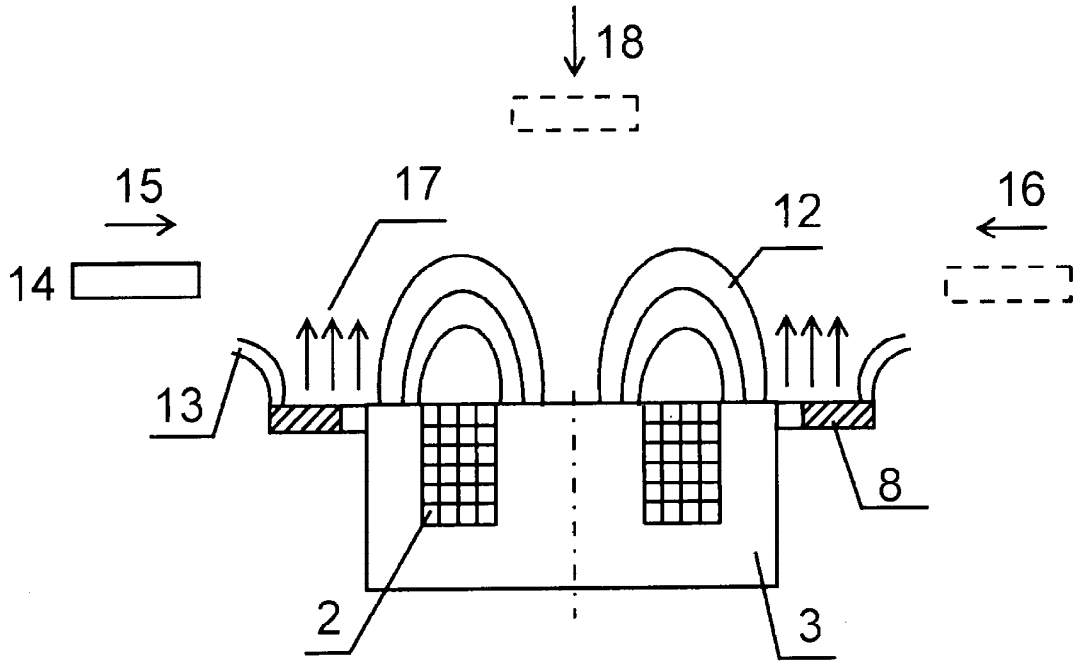
объект, при радиальном перемещении контролируемого металлического изделия и описывается диаграммами, приведенными на фиг.5.

Из сравнения диаграмм напряжений на фиг.3 и фиг.5 видно, что при различных соотношениях дальностей действия электрического и электромагнитного полей работа датчика, не встроенного заподлицо в металлический объект, при осевом перемещении контролируемого изделия отличается только длительностями импульсов напряжений  $U_1$  и  $U_2$ . На фиг.3 (фиг.5) импульс напряжения  $U_2$  ( $U_1$ ), формируемый на выходе порогового элемента 11 (5), по длительности больше, чем длительность импульса напряжения  $U_1$  ( $U_2$ ), формируемого на пороговом элементе 5 (11). Это обусловлено тем, что дальность действия поля 17 (12) больше дальности действия поля 12 (17) и, следовательно, контролируемое изделие 14 находится в поле 17 (12) более длительный промежуток времени, которым определяется длительность импульса на выходе порогового элемента 11 (5), чем в поле 12 (17).

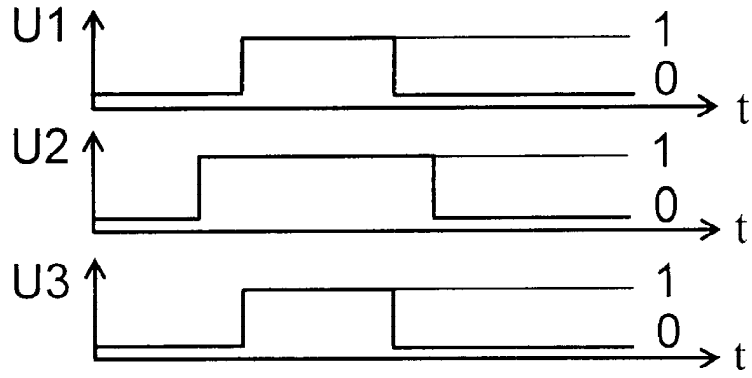
Таким образом, из описанного выше следует, что предлагаемый датчик обеспечивает селективность (избирательность) к металлическим контролируемым изделиям и повышенную надежность работы как при монтаже его заподлицо в металлические объекты, так и в отсутствие такого монтажа, что в свою очередь дополнительно расширяет его функциональные возможности при эксплуатации.

#### Формула изобретения

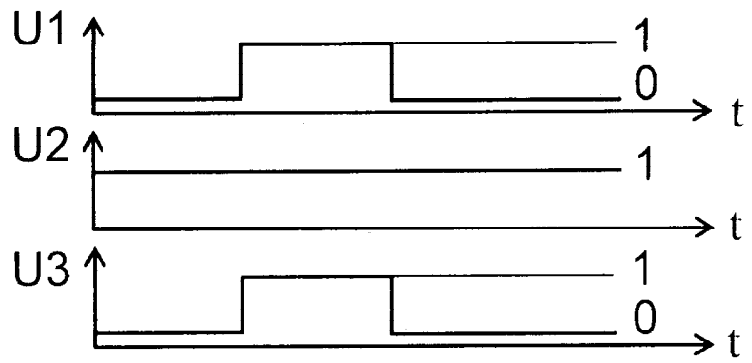
Датчик контроля положения металлических изделий, содержащий индуктивный и емкостный чувствительные элементы, образующие чувствительный элемент датчика, генератор электрических колебаний, в цепь колебательного контура которого включен индуктивный чувствительный элемент, выполненный в виде катушки индуктивности, помещенной в кольцевом пазу открытого торца ферритового сердечника, первый пороговый элемент, вход которого соединен с выходом генератора электрических колебаний, логический элемент И, первый вход которого подключен к выходу первого порогового элемента, а выход его является выходом датчика, последовательно соединенные мультивибратор с емкостным чувствительным элементом, выполненным в виде токопроводящей пластины и подключенным к его входу, детектор, второй пороговый элемент, выход которого соединен со вторым входом логического элемента И, при этом поверхность открытого торца ферритового сердечника индуктивного чувствительного элемента и одна из плоскостей емкостного чувствительного элемента, направленные в одну сторону, установлены параллельно и образуют чувствительную поверхность датчика, отличающийся тем, что емкостный чувствительный элемент любой геометрической формы снабжен центральным отверстием, геометрическая форма которого повторяет геометрическую форму наружной боковой поверхности ферритового сердечника, установленного соосно с центральным отверстием емкостного чувствительного элемента, внутренняя торцевая поверхность которого охватывает наружную боковую поверхность ферритового сердечника по всему ее периметру с зазором между этими поверхностями, обеспечивающим устранение взаимодействия с емкостным чувствительным элементом краевого электромагнитного поля рассеяния, существующего на внешней кромке ферритового сердечника, образованной наружной боковой поверхностью ферритового сердечника и поверхностью его открытого торца.



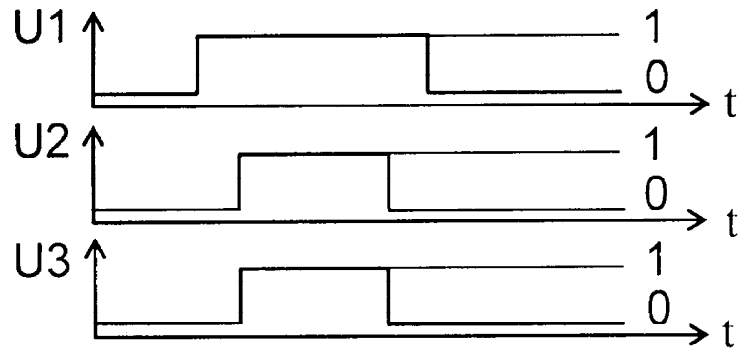
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5