

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040911**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.08.16

(51) Int. Cl. **G01B 7/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
201600278

(22) Дата подачи заявки
2016.04.21

(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ОБЪЕКТА(31) **2015127430; 2015152019**

(56) RU-C2-2339957
RU-A-2007117670
US-B1-6208131
US-B2-9074860

(32) **2015.07.08; 2015.12.04**(33) **RU**(43) **2017.01.30**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**МЕДВЕДЕВА МАРИНА
ВЛАДИМИРОВНА; УТКИН
КОНСТАНТИН БОРИСОВИЧ (RU)**

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(57) Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для определения абсолютных перемещений объектов, например, в металлургии, автомобильной промышленности, крановой технике, складской и производственной логистике, при автоматизации производства в целом. Задачей изобретения является увеличение расстояния, на которое можно переместить объект, и создание способа измерения перемещений объекта, при котором могут быть использованы разные типы источников сигнала, в том числе магниты и/или электромагниты, также разные типы преобразователей перемещений, в том числе магнитострикционные преобразователи. Техническим результатом является повышение точности измерения перемещений объекта, повышение скорости обработки информации от преобразователя перемещений и выдачи данных о положении объекта и/или преобразователя. Технический результат достигается при использовании способа измерений перемещений, заключающегося в том, что преобразователь перемещений устанавливают на объект, вдоль траектории перемещения объекта устанавливают источники сигнала, на каждом участке траектории, равном диапазону измерения преобразователя, обеспечивают расстановку источников сигнала, определяемую изменением количества источников сигнала и/или расстояния между любыми двумя источниками сигнала, направляют сигнал на движущийся объект с преобразователем перемещений, принимают выходной сигнал с преобразователя перемещений о положении источников сигнала, находящихся в его диапазоне измерения, определяют положение объекта, при этом измеряют перемещение на расстоянии, превышающем длину активной зоны преобразователя перемещений.

B1**040911****040911****B1**

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для определения абсолютных перемещений объектов, например, в металлургии, автомобильной промышленности, крановой технике, складской и производственной логистике, при автоматизации производства в целом.

При расширении масштабов решаемых задач на производстве важную роль играет повышение эффективности производственных процессов, которое достигается, в том числе, за счет быстрого и точного определения положения объектов в разные периоды времени на территории производственного помещения. Эффективное отслеживание перемещений объекта позволяет составить точную карту производственного процесса, например, в ночное время, что позволяет сократить количество задействованных сотрудников.

Известные способы измерения перемещений объекта основаны на перемещении преобразователя и источника сигнала относительно друг друга. Например, в дискретных системах сигнал от источника обрабатывается с получением значения перемещения объекта только в том случае, если он был воспринят преобразователем. Таким образом, точность определения положения объекта зависит от величины диапазона измерения перемещений преобразователя, которая, в свою очередь, зависит и ограничивается зоной чувствительности преобразователя.

Известен способ измерения перемещения объекта (JP 0850004, 20.02.1996 г.), согласно которому источник сигнала - магнит - устанавливают на объект, вдоль траектории его перемещения размещают преобразователи - датчики Холла, на которые подают ток возбуждения, при движении объекта с датчиков Холла снимают значения напряжения и далее вычисляют значение перемещений объекта.

Недостатками данного способа является невысокая точность измерения и ограничение диапазона измерения перемещений объекта зоной чувствительности преобразователей. Помимо этого, для измерения перемещений необходимо проложить электрический кабель к каждому датчику Холла для обеспечения его питания и снятия сигнала. Последний факт существенно усложняет систему измерения.

Известны способы измерения перемещений объекта (RU 2125235, 20.01.1999 г, RU 2117914, 20.08.1998 г.), согласно которым преобразователь устанавливают на перемещаемый объект, ультразвуковые волны распространяют от источников, расположенных вдоль траектории перемещения объекта, измеряют время распространения сигнала от источников до преобразователей и по его значению судят о величине линейного перемещения объекта.

Недостатками указанных способов является невозможность измерения положения объекта за пределами зоны чувствительности преобразователя, что не позволяет измерять перемещения объекта на значительные расстояния и тем самым ограничивает применение в производстве.

Известен способ измерения перемещений объекта (RU 2196300, 10.01.2003 г.), согласно которому преобразователь - фотоприемник устанавливают на перемещаемом объекте, через оптическую систему на него направляют световой сигнал от источников, расположенных вдоль траектории перемещения объекта, по выходному сигналу фотоприемника судят о величине перемещения объекта.

Недостатками данного способа является невысокая точность, так как значение величины перемещения объекта зависит от расположения, величины и интенсивности светового пятна на фотоприемнике. С помощью данного способа так же невозможно измерять перемещения объекта на значительные расстояния. К тому же для реализации указанного способа используется дополнительное оборудование (оптическая система, дополнительный фотоприемник для учета нестабильности светового потока излучателя), что создает неудобства при использовании и приводит к дополнительным затратам при определении перемещения объекта.

Известен способ определения абсолютных перемещений объекта (RU 93003536, 10.08.1995 г.), согласно которому на маску и на измерительную шкалу наносят несколько рядов идентичных щелей таким образом, чтобы периоды расположения щелей не имели общих делителей, маску располагают на перемещаемом объекте, измерительную шкалу устанавливают вдоль траектории перемещения объекта, при прохождении объекта с маской вдоль измерительной шкалы с заданным периодом меняют интенсивность света, проходящего через щели измерительной шкалы и маски, причем значения долей периода каждого ряда не имеют целых общих делителей, определяют абсолютное значение перемещения объекта. Данный способ позволяет теоретически увеличить диапазон измерения перемещений объекта за счет уникальности периодов маски и измерительной шкалы в любой промежуток времени, однако нанесение делителей на маску и измерительную шкалу является трудоемким и неудобным, поэтому практически измерять перемещения объекта на значительные расстояния не представляется возможным. К тому же точность указанного определения перемещения зависит от интенсивности получаемых световых пятен после прохождения через щели маски, в связи чем является невысокой.

Известен способ измерения перемещений объекта (RU 1820209, 07.06.1993 г.), принятый за наиболее близкий аналог к рассматриваемому способу, заключающийся в том, что преобразователь - фоточувствительный прибор с зарядовой связью - устанавливают на перемещаемый объект, вдоль траектории перемещения объекта располагают источники сигнала - осветительную линейку, формируют сигналы - лучи света, расстояние между которыми не превышает длины преобразователя, осуществляют циклический опрос преобразователя, источники сигнала включают в заданной последовательности по одному в каждом цикле опроса преобразователя, прекращают перебор включения источников сигнала при получении

нии выходного сигнала, преобразуют выходной сигнал, определяют номер источника сигнала и по нему определяют перемещение объекта.

Данный способ позволяет увеличить измеряемое расстояние, на которое можно переместить объект. Однако в этом случае, за счет перебора включаемых источников сигнала, до момента появления выходного сигнала в целом увеличивается время определения величины перемещения объекта. Точность измерения перемещений объекта при данном способе так же, как и в аналогах, зависит от зоны чувствительности преобразователя.

Задачей изобретения является увеличение расстояния, на которое можно переместить объект, и создание способа измерения перемещений объекта, при котором могут быть использованы разные типы источников сигнала, в том числе магниты и/или электромагниты, также разные типы преобразователей перемещений, в том числе магнитострикционные преобразователи.

Техническим результатом является повышение точности измерения перемещений объекта, повышение скорости обработки информации от преобразователя перемещений и выдачи данных о положении объекта и/или преобразователя.

Технический результат достигается при использовании способа измерений перемещений, заключающегося в том, что преобразователь перемещений устанавливают на объект, вдоль траектории перемещения объекта устанавливают источники сигнала, на каждом участке траектории, равном диапазону измерения преобразователя, обеспечивают расстановку источников сигнала, определяемую изменением количества источников сигнала и/или расстояния между любыми двумя источниками сигнала, направляют сигнал на движущийся объект с преобразователем перемещений, принимают выходной сигнал с преобразователя перемещений о положении источников сигнала, находящихся в его диапазоне измерения, определяют положение объекта, измеряют перемещение на расстоянии, превышающем длину активной зоны преобразователя перемещений.

Расстановка источников сигнала, определяемая изменением количества источников сигнала и/или расстояния между любыми двумя источниками сигнала, позволяет получить неповторяющиеся уникальные комбинации источников сигнала на любом участке траектории движения объекта, что обеспечивает однозначную идентификацию положения преобразователя перемещений в любой момент времени и далее позволяет максимально точно определить положение объекта при его движении, повысить точность измерения перемещений объекта, а также увеличить расстояние, на которое его можно переместить.

Неповторимые комбинации источников сигнала на каждом участке траектории, равном диапазону измерения преобразователя, перемещения объекта могут определяться только изменением количества данных источников сигнала. В данном случае в зоне чувствительности преобразователя перемещений будет располагаться уникальная комбинация из разного количества источников сигнала, которая позволит однозначно идентифицировать положение объекта и определить его перемещение. При этом расстояние, на которое перемещают объект, превышает длину активной зоны преобразователя перемещений.

Неповторимые комбинации источников сигнала на каждом участке траектории перемещения объекта могут определяться только изменением расстояния между любыми двумя источниками сигнала. В данном случае возможна расстановка источников сигнала в любом 1D-, 2D-, 3D-, nD-измерении. В любом положении преобразователя перемещений в зоне его чувствительности будет располагаться уникальная комбинация из одного и того же количества источников сигнала, расположенных в пространстве без повторений, что позволит однозначно идентифицировать положение объекта и определить его перемещение.

Также неповторимые комбинации источников сигнала на каждом участке траектории перемещения объекта могут определяться как изменением количества источников сигнала, так и изменением расстояния между любыми двумя источниками сигнала. В данном случае в зоне чувствительности преобразователя перемещений будет располагаться уникальная комбинация из разного количества источников сигнала в любом 1D-, 2D-, 3D-, nD-измерении с разным расстоянием между любыми двумя источниками сигнала, что также позволит однозначно идентифицировать положение объекта и определить его перемещение.

Получение неповторяющихся комбинаций источников сигнала позволяет определять не только положение и перемещение объекта, но и безошибочно идентифицировать номера источников сигнала и другие их параметры в случае необходимости.

Данный способ может быть реализован посредством любых источников сигнала и преобразователей.

В качестве источников сигнала могут быть использованы магниты и/или электромагниты, элементы, содержащие магниты и/или электромагниты, конструкции, содержащие магниты/электромагниты.

В качестве источников сигнала могут быть также использованы световые источники, источники тепла, источники радиации любого вида, источники кинетической энергии, источники давления, ультразвуковые волны, материал, обладающий индукционными и/или емкостными физическими свойствами, т.е. виртуально любой материал, источник с кодированной информацией (например, штрихкоды, 2D-коды, 3D-коды nD-коды, где n - целое число).

В качестве преобразователей могут быть использованы магнитострикционные преобразователи, различные конструкции, содержащие магнитострикционные преобразователи.

В качестве преобразователей могут быть также использованы датчики Холла, фотоэлементы, индуктивные и емкостные преобразователи, радиационные преобразователи, преобразователи давления и другие преобразователи энергии.

Также в качестве преобразователей могут быть использованы компоненты системы идентификации такие, как считыватель (процессор) и подключенная к нему антенна (головка чтения/записи), в качестве источника сигнала при этом будут выступать метки (чипы, кодоносители).

Обработка выходного сигнала с преобразователя перемещений обеспечивается соответствующей аппаратурой в зависимости от применяемых типов источников сигнала и преобразователей перемещений. Информация для обработки может быть передана по различным интерфейсам и протоколам, например по аналоговому интерфейсу, TCP/IP, IO-Link, ASInterface, Profinet, Profibus, DeviceNet, CANopen, EtherCAT, Ethernet, Varan.

При использовании данного способа возможно с высокой точностью получить информацию о месте и времени нахождения объекта в производственном процессе, что повышает эффективность управления производством.

На фигуре представлено устройство для реализации заявляемого способа измерения перемещений объекта, которое содержит преобразователь перемещений 1, расположенный на объекте 2, источники сигнала 3, установленные вдоль траектории движения объекта 2 таким образом, чтобы в каждой точке траектории расстановка источников сигнала 3 была уникальной, определяемой изменением количества источников сигнала 3 и/или расстояния между любыми двумя источниками сигнала 3.

Например, на объект перемещения в качестве преобразователя перемещений 1 устанавливают магнитострикционный преобразователь линейных перемещений, имеющий диапазон измерения перемещений a , вдоль траектории перемещения объекта 2 размещают источники сигнала 3 - магниты и/или электромагниты. Рассмотрим случай, когда на каждом участке траектории a используется одно и то же количество магнитов и/или электромагнитов, но изменяется расстояние между двумя магнитами и/или электромагнитами (см. фигуру). То есть на первом участке траектории, равном диапазону измерения преобразователя перемещений a , магниты и/или электромагниты располагают вплотную друг к другу с образованием первого уникального набора, на втором аналогичном отрезке траектории длиной a располагают второй набор магнитов и/или электромагнитов, в котором, например, крайний правый магнит и/или электромагнит отодвинут на расстояние Δ , на третьем аналогичном отрезке траектории длиной a располагают третий набор магнитов и/или электромагнитов, в котором, например, крайний правый магнит и/или электромагнит отодвинут на расстояние 2Δ и т.д. При этом расстояние, на которое перемещают объект, превышает длину активной зоны магнитострикционного преобразователя. Получаем, что на любом участке траектории напротив зоны чувствительности преобразователя располагается неповторяющаяся комбинация источников сигнала, которая позволяет однозначно идентифицировать положение объекта и определить его перемещение.

Также магниты и/или электромагниты на каждом участке траектории, равном диапазону измерения преобразователя перемещений a , можно расположить так, чтобы расстояние между магнитами и/или электромагнитами оставалось одинаковым, но изменялось их количество, то есть на первом участке траектории можно разместить два магнита и/или электромагнита, на втором участке - три магнита и/или электромагнита и т.д. При этом расстояние, на которое перемещают объект, превышает длину активной зоны магнитострикционного преобразователя. В данном случае на любом отрезке траектории напротив зоны чувствительности преобразователя будет располагаться неповторяющаяся комбинация источников сигнала, которая позволит однозначно идентифицировать положение объекта и определить его перемещение.

Также возможен вариант размещения магнитов и/или электромагнитов на любом участке траектории, равном диапазону измерения преобразователя перемещений a , когда изменяется как количество магнитов и/или электромагнитов, так и расстояние между любыми двумя магнитами и/или электромагнитами, то есть на первом участке траектории располагают, например, два магнита и/или электромагнита с расстоянием Δ между ними, на втором участке траектории располагают три магнита и/или электромагнита с расстоянием Δ между первым и вторым магнитом и/или электромагнитом и расстоянием 2Δ между вторым и третьим магнитом и/или электромагнитом и т.д. При этом расстояние, на которое перемещают объект, превышает длину активной зоны магнитострикционного преобразователя. В данном случае также обеспечивается однозначная идентификация положения объекта и его перемещения.

Данные по уникальному расположению источников сигнала заранее заносятся в аппаратуру, обрабатывающую выходной сигнал. При движении объекта вдоль траектории с расставленными магнитами и/или электромагнитами магнитострикционный преобразователь выдает значение положения каждого из магнитов и/или электромагнитов, напротив которых расположен объект с установленным на нем преобразователем перемещений. Полученные значения передаются в обрабатывающую аппаратуру, которая производит сравнение с занесенными ранее данными о расположении магнитов и/или электромагнитов и

определяет положение объекта и его перемещение.

По выходному сигналу с преобразователя перемещений можно также определить номера источников сигнала, воздействие с которых было оказано на преобразователь перемещений, и любые другие параметры источников сигнала, если существует такая необходимость.

Увеличение расстояния, на которое возможно переместить объект, можно вычислить следующим образом. Например, в качестве магнитострикционного преобразователя линейных перемещений используют преобразователь фирмы Balluff GmbH, величина нелинейности которого составляет 30 мкм, диапазон измерения равен 4500 мм. Если использовать данный преобразователь, два источника сигнала с учетом изменения расстояния между ними на 31 мкм на каждом отрезке траектории, и учитывать то, что минимально необходимое расстояние между источниками сигнала должно быть не менее 60 мм, то можно получить

$$(4500/2-60)/(0,03+0,001)=70645 \text{ (1)}$$

уникальных положений источников сигналов.

Таким образом, суммарный диапазон измерений при использовании двух источников сигнала составляет

$$4500 \times 70645 = 317902500 \text{ мм} = 317,9 \text{ км (2)}$$

с точностью 30 мкм.

В итоге, способ измерений перемещений объекта позволяет повысить точность измерения перемещений объекта при значительном увеличении расстояния, на которое можно переместить объект. При этом повышается скорость анализа информации, полученной от преобразователя, повышается скорость определения положения объекта и его перемещения по производственной территории, что обеспечивает повышение эффективности производственного процесса в целом. Также для измерения перемещений необходимо обеспечить питанием только один преобразователь перемещений, установленный на объекте, что упрощает способ измерения.

К тому же для реализации способа могут быть использованы разные источники сигнала, преобразователи перемещений и соответствующая аппаратура для обработки выходного сигнала, что делает его универсальным.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ измерений перемещений, заключающийся в том, что преобразователь перемещений устанавливают на объект, вдоль траектории перемещения объекта устанавливают источники сигнала, на каждом участке траектории, равном диапазону измерения преобразователя, обеспечивают расстановку источников сигнала, определяемую изменением количества источников сигнала и/или расстояния между любыми двумя источниками сигнала, направляют сигнал на движущийся объект с преобразователем перемещений, принимают выходной сигнал с преобразователя перемещений о положении источников сигнала, находящихся в его диапазоне измерения, определяют положение объекта, причем расстояние между источниками сигнала и/или их количество в пределах одного участка траектории отличается от расстояния между источниками сигнала и/или их количества в пределах любого другого участка траектории.

2. Способ измерений перемещений, заключающийся в том, что магнитострикционный преобразователь перемещений устанавливают на объект, вдоль траектории перемещения объекта устанавливают магниты и/или электромагниты, на каждом участке траектории, равном диапазону измерения преобразователя, обеспечивают расстановку магнитов и/или электромагнитов, определяемую изменением количества магнитов и/или электромагнитов и/или расстояния между любыми двумя магнитами и/или электромагнитами, направляют сигнал на движущийся объект с магнитострикционным преобразователем перемещений, принимают выходной сигнал с магнитострикционного преобразователя перемещений о положении магнитов и/или электромагнитов, находящихся в его диапазоне измерения, определяют положение объекта, измеряют перемещение на расстоянии, превышающем длину активной зоны магнитострикционного преобразователя, причем расстояние между магнитами и/или электромагнитами и/или их количество в пределах одного участка траектории отличается от расстояния между магнитами и/или электромагнитами и/или их количества в пределах любого другого участка траектории.

3. Способ по п.1, заключающийся в том, что в качестве источников сигнала используются магниты и/или электромагниты, световые источники, источники тепла, источники радиации любого вида, источники кинетической энергии, источники давления, ультразвуковые волны, материал, обладающий индукционными и/или емкостными физическими свойствами, источники с кодированной информацией.

4. Способ по п.1, заключающийся в том, что в качестве преобразователей используются датчики Холла, фотоэлементы, магнитострикционные преобразователи, индуктивные и емкостные преобразователи, радиационные преобразователи, преобразователи давления.

5. Способ по п.1, заключающийся в том, что в качестве преобразователей используются процессор и подключенная к нему головка чтения/записи, в качестве источника сигнала используются чипы, кодосистемы.

6. Способ по п.1, заключающийся в том, что расстановка источников сигнала реализована в любом

1D-, 2D-, 3D-, nD-измерении.

7. Способ по п.1, заключающийся в том, что по выходному сигналу с преобразователя перемещений определяют номер источника сигнала.

8. Способ по п.2, заключающийся в том, что расстановка магнитов и/или электромагнитов реализована в любом 1D-, 2D-, 3D-, nD-измерении.

9. Способ по п.2, заключающийся в том, что по выходному сигналу с магнитострикционного преобразователя перемещений определяют номер магнита и/или электромагнита.

