

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 18732

(13) С1

(46) 2014.12.30

(51) МПК

H 02K 41/02 (2006.01)

H 02K 41/03 (2006.01)

## (54) МНОГОКООРДИНАТНЫЙ СИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

(21) Номер заявки: а 20111239

(22) 2011.09.23

(43) 2013.04.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (ВУ)

(72) Авторы: Карпович Святослав Евгеньевич; Литвинов Егор Алексеевич; Жарский Владимир Владимирович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (ВУ)

(56) ВУ 4729 С1, 2002.

ВУ 4759 С1, 2002.

ВУ 4760 С1, 2002.

RU 2001490 С1, 1993.

RU 2141156 С1, 1999.

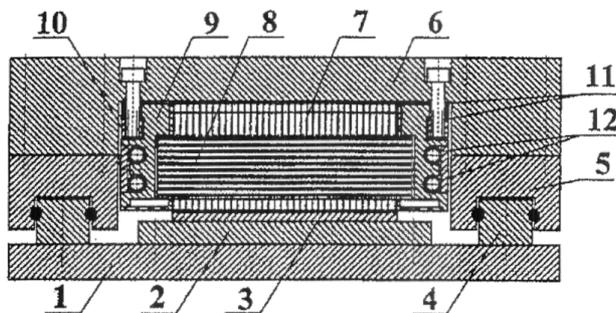
SU 1815755 А1, 1993.

GB 1396692 А, 1975.

JPH 07329783 А, 1995.

(57)

Многокоординатный синхронный электродвигатель, содержащий основание, на котором расположен статор, выполненный в виде замкнутой кольцевой структуры и содержащий магнитопровод с постоянными магнитами, расположенными с чередующейся полярностью магнитных полюсов вдоль направления перемещения; закрепленные на основании две круговые направляющие, на которых с помощью подшипников установлены выполненные в виде отдельных автономно управляемых модулей подвижные сегменты числом не более шести, каждый из которых содержит якорь, закрепленный с помощью каретки и выполненный в виде ряда П-образных магнитопроводов с обмотками управления, закрепленных в металлическом немагнитном корпусе, например, из дюралюминия, который посредством несущей балки крепится к каретке, причем корпус теплоизолирован от каретки и балки посредством прокладок и снабжен каналами для проведения потока охлаждающей жидкости и ферромагнитными экранами.



Фиг. 1

ВУ 18732 С1 2014.12.30

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в электроприводе оборудования для реализации движений с двумя и более степенями свободы.

Известен синхронный мотор [1], состоящий из якоря, имеющего множество зубцов с общим ярмом, разделенных между собой пазами, в которых размещены обмотки управления. Статор состоит из множества постоянных магнитов, закрепленных с чередующейся полярностью вдоль направления перемещения. Якорь с помощью направляющих с линейными подшипниками закрепляется в каретке с небольшим воздушным зазором над статором.

Недостаток аналога состоит в ограниченных возможностях линеаризации тяговой характеристики мотора, недостаточной надежности и отсутствии способности реализации движений с двумя и более степенями свободы исполнительного объекта (инструмента, механизма) в рабочем пространстве.

Наиболее близким аналогом к предлагаемому решению по совокупности конструктивных признаков является синхронный мотор, описанный в [2]. Синхронный мотор состоит из магнитопровода с постоянными магнитами, расположенными с чередующейся полярностью магнитных полюсов вдоль направления перемещения, каналов для пропускания хладоносителя, каретки с якорем. Якорь выполнен в виде набора П-образных магнитопроводов с обмотками управления, закрепленных вместе в корпусе. Обмотки управления установлены между собой в направлении перемещения на расстоянии, зависящем от периода расположения постоянных магнитов и количества электрических фаз якоря. Каналы для пропускания хладоносителя выполнены в корпусе, снабженном окнами для установки П-образных магнитопроводов.

Недостаток прототипа заключается в отсутствии возможности реализации движений с двумя и более степенями свободы исполнительного объекта (инструмента, механизма) в рабочем пространстве.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является создание многокоординатного синхронного двигателя с возможностью реализации движений с двумя и более степенями свободы исполнительного объекта в рабочем пространстве.

Технический результат состоит в объективной способности формирования многокоординатным синхронным двигателем конечных движений с двумя и более степенями свободы исполнительного объекта в рабочем пространстве.

Данный технический результат достигается за счет конструктивно-технологических особенностей многокоординатного синхронного двигателя, включающего статор, выполненный в виде замкнутой кольцевой структуры и содержащий магнитопровод с постоянными магнитами, расположенными с чередующейся полярностью магнитных полюсов вдоль направления перемещения, и закрепленные на основании две круговые направляющие, на которых с помощью подшипников установлены выполненные в виде отдельных автономно управляемых модулей подвижные сегменты, числом не более шести. Каждый подвижный сегмент содержит якорь, закрепленный с помощью каретки и выполненный в виде ряда П-образных магнитопроводов с обмотками управления, закрепленных в металлическом немагнитном корпусе, например, из дюралюминия, который посредством несущей балки крепится к каретке, причем корпус теплоизолирован от каретки и балки посредством прокладок и снабжен каналами для проведения потока охлаждающей жидкости и ферромагнитными экранами. Корпус содержит окна для установки П-образных магнитопроводов, причем форма окон корпуса с небольшим зазором повторяет форму П-образных магнитопроводов с обмотками управления, а боковые наружные поверхности стержней П-образных магнитопроводов снабжены выступами для крепления их в окнах корпуса. С целью уменьшения тормозного эффекта, вызываемого вихревыми токами, ребра жесткости, образованные перемычками между окнами, короче длины стержней П-образных магнитопроводов на величину, составляющую примерно половину расстояния между стержнями соседних магнитопроводов. Для линеаризации тяговой характеристики

окна в корпусе скошены. Окна могут быть скошены в одну сторону. Скос может быть осуществлен также так, что одна группа окон скошена в одну сторону, а другая - в другую.

Применение нескольких, независимо управляемых, подвижных сегментов, перемещающихся по статору, имеющему замкнутую кольцевую структуру, позволяет создать многокоординатный интегрированный двигатель, способный реализовывать движения с двумя и более степенями свободы исполнительного объекта в рабочем пространстве.

Характеристики реализуемых движений исполнительного объекта напрямую зависят от количества подвижных сегментов многокоординатного синхронного двигателя и алгоритмических особенностей управления ими, а также от особенностей самого исполнительного объекта.

На фиг. 1 представлена принципиальная конструкция (поперечный разрез) одного подвижного сегмента и статора многокоординатного синхронного двигателя; на фиг. 2 - продольный разрез якоря одного подвижного сегмента многокоординатного синхронного двигателя; на фиг. 3 - вид сверху многокоординатного синхронного двигателя на трех сегментах; на фиг. 4 - пример использования многокоординатного синхронного двигателя на шести сегментах для управления параллельным механизмом с шестью степенями свободы.

Многокоординатный синхронный двигатель состоит из основания 1, на котором расположен статор, имеющий замкнутую кольцевую структуру, включающий магнитопровод 2 и постоянные магниты 3, расположенные с чередующей полярностью магнитных полюсов вдоль направления перемещения (фиг. 1). На основании 1 закреплены две круговые направляющие 4, на которых с помощью подшипников 5 установлены подвижные сегменты, каждый из которых включает якорь, закрепленный с помощью соответствующей каретки 6. Якорь состоит из ряда П-образных магнитопроводов 7 с обмотками 8 управления, закрепленных с помощью теплопроводящего компаунда и выступов в металлическом немагнитном, например, из дюралюминия, корпусе 9. Корпус 9 с помощью несущей балки 10 крепится к каретке 6. Корпус 9 теплоизолирован посредством теплоизолирующих прокладок 11 от каретки 6 и балки 10. Для проведения потока охлаждающей жидкости корпус 9 снабжен каналами 12. Лобовые части корпуса 9 содержат ферромагнитные экраны 13, которые линейризуют тяговую характеристику двигателя (фиг. 2).

Количество подвижных сегментов многокоординатного синхронного двигателя может варьироваться от двух до шести в зависимости от особенностей исполнительного объекта и требований, предъявляемых к реализуемому движению. На фиг. 3 представлен вид сверху многокоординатного синхронного двигателя определенной конфигурации с числом подвижных сегментов, равным трем. На фиг. 3 подвижные сегменты обозначены как 14, 15, 16 соответственно.

Работа предлагаемого многокоординатного синхронного двигателя практически ничем не отличается от работы аналога и прототипа и основана на взаимодействии бегущего электромагнитного поля (обычно двухфазного или трехфазного) якоря каждого подвижного сегмента двигателя с гармоническим магнитным полем статора. Для этого обмотки управления включаются соответственно в двухфазную или трехфазную сеть электрических токов.

В качестве исполнительного объекта, которым управляет многокоординатный синхронный двигатель, может выступать исполнительный механизм или обрабатывающий инструмент, механически соединенный с подвижными сегментами. На фиг. 4 показан пример использования многокоординатного синхронного двигателя на шести сегментах для управления параллельным механизмом с шестью степенями свободы. При перемещении подвижных сегментов 1, 2, 3, 4, 5, 6 в соответствии с задаваемыми на входе системы управления законами их движения по неподвижному круговому статору 7 через сферические шарниры и шатуны 8, 9, 10, 11, 12, 13 приводится в движение платформа 14. В зависимости от задаваемых угловых положений подвижных сегментов 1, 2, 3, 4, 5, 6

# ВУ 18732 С1 2014.12.30

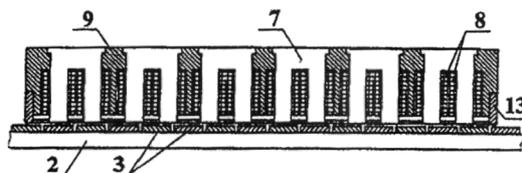
многокоординатного синхронного двигателя платформа 14 принимает однозначно соответствующие им положение и ориентацию в пространстве. Из приведенного примера видно, что заявляемый многокоординатный синхронный двигатель позволяет обеспечить движения платформы с шестью степенями свободы исполнительного механизма в пространстве.

Следует также отметить, что заявляемый технический результат достигается за счет конструктивно-технологических особенностей одного многокоординатного синхронного двигателя, в отличие от ряда известных многокоординатных систем перемещений, где для реализации движений с двумя и более степенями свободы исполнительного объекта в пространстве требуется несколько отдельных двигателей.

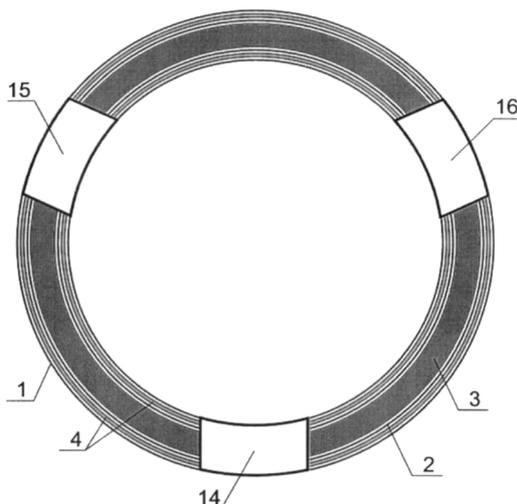
Способность обеспечить движение разворота исполнительного объекта вокруг вертикальной оси в диапазоне  $\pm 360^\circ$  расширяет область непосредственного применения и делает заявляемое изобретение крайне перспективным для построения на его основе современного прецизионного, фрезерного, сверлильного оборудования, прецизионных промышленных роботов или платформ, например, для телескопов, лазеров, телекоммуникационных антенн.

Источники информации:

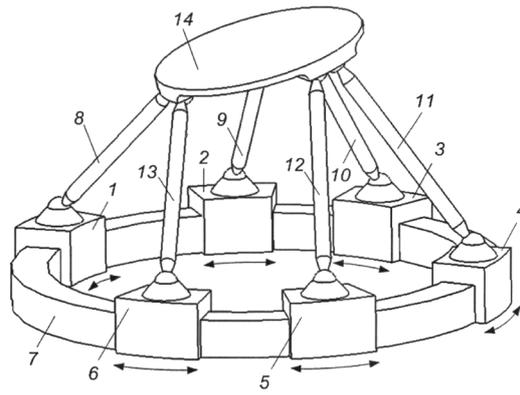
1. Патент US 5,642,013, МПК Н 02К 1/12, 1997.
2. Патент ВУ 4729 С1, МПК Н 02К 41/02, 2002.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4