



(19) **KG** (11) **1760** (13) **C1**  
(51) **B25J 7/00** (2015.01)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И  
ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)**

(21) 20140055.1

(22) 26.05.2014

(46) 31.07.2015, Бюл. № 7

(71) Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова (KG)

(72) Даровских В. Д. (KG)

(73) Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова (KG)

(56) Патент RU № 2149752, C1, кл. B25J 7/00, H01L 41/08, 2000

**(54) Модуль движения наноробота**

(57) Модуль движения наноробота относится к микроманипуляционной технике и предназначен для возвратно-поступательного, возвратно-поворотного или комплексного перемещений его ведомых элементов в системах и условиях прецизионной нанотехнологии электронной промышленности, материаловедения, медицинских и биологических исследований.

Технической задачей является расширение функциональных возможностей привода при снижении погрешности позиционирования.

Задача решается тем, что у модуля движения наноробота, выполненного в виде вертикального стержня с электродами нанесенными на его торцевые поверхности, стержень, закрепленный на основании, выполнен упругим с ферромагнитной сферой на его свободном конце, на которой последовательно через вертикальную упругую стойку смонтирована дополнительная ферромагнитная сфера, причем обе сферы посредством упругих радиальных стоек, которые ортогональны продольной оси упругого стержня и стойки, несут еще по четыре ферромагнитные сферы, причем направления ориентации продольных осей радиальных стоек сфер упругого стержня и его стойки относительно их же продольной оси смещены на угол 45° друг относительно друга, а каждая ферромагнитная сфера снабжена автономными электромагнитами, проводники питания к которым объединены в шины, кинематически проложенными по стержню между ферромагнитными сферами вертикальных стержня и стойки к блоку управления.

Модуль движения наноробота имеет расширенные функциональные возможности, позволяющие исполнять ведомым звеньям перемещения в плоскости и в пространстве с относительно низкой погрешностью позиционирования их исполнения.

1 н. п. ф., 2 фиг.

Изобретение относится к микроманипуляционной технике и предназначено для возвратно-поступательного, возвратно-поворотного или комплексного перемещения его ведомых элементов в системах и условиях прецизионной нанотехнологии, электронной промышленности, материаловедения, медицинских и биологических исследований.

Известен универсальный трансформирующийся модульный робот (патент RU № 2166427, C2, кл. B25J 9/08, 2001), содержащий унифицированные модули, оснащенные разъемными сцепными устройствами для соединения их между собой, двигательными устройствами и электронной системой управления сцепными и двигательными устройствами, причем сцепные устройства модулей выполнены с возможностью их соединения и разъединения для обеспечения перестройки структуры робота непосредственно в процессе работы, электронная схема снабжена компьютером, а двигательные устройства смонтированы внутри модулей или в предусмотренных отдельных блоках, соединяющих модули, каждый из которых выполнен в виде телескопической

трубки с механизмом измерения ее длины, а разъемные сцепные устройства, имеющие три степени свободы, смонтированы на концах трубок, при этом каждый модуль выполнен в виде плоских или объемных элементов со сцепными устройствами, имеющими от одной до трех степеней свободы, кроме того, модули являются профилированными стержнями постоянной длины, а соединяющие модули отдельные блоки с двигательными устройствами имеют возможность перемещаться вдоль стержней в трех взаимно перпендикулярных направлениях, причем плоские элементы размещены в одной плоскости, а сцепные устройства выполнены в виде гибких шарниров.

Недостатком универсального трансформирующегося модульного робота является стационарный элементный габарит его унифицированного модуля, что обеспечивает лишь региональные целевые перемещения, исключая при этом локальные и глобальные, первые из которых не выполнимы вовсе, а вторые допустимы лишь при организации колонии управляемых унифицированных модулей. Поэтому при принципиальном подходе для расширения области обслуживания требуется увеличение количества унифицированных модулей. В соотношении между областью обслуживания и количеством унифицированных модулей на долю нарастания результата требуется введение в колонию до шести долей унифицированных модулей, что характеризует универсальный трансформирующийся модульный робот как металло и информационно ёмкий объект с завышенным инерционным запаздыванием в действиях, низким быстродействием и сложным технологическим обеспечением для хранения и запуска унифицированных модулей. При этом не создается иерархическая взаимозависимость между организационными уровнями конструкции, а отсутствие системы координат не позволяет унифицировать расчеты, определяющие качественное поведение конструкции.

Помимо этого, синтез модульного робота осуществляется наращиванием (параллельным, последовательным, смешанным) аппаратных блоков, коммутационных элементов, интерфейсов, шин функциональных связей и управляющих программ, что также повышает его габаритные и весовые характеристики, и требует изначального введения завышенных энергетических и информационных интерфейсов.

Всё вышеперечисленное сужает область применения универсального трансформирующегося модульного робота.

Известен также привод микроманипулятора (патент RU № 2149752, C1, кл. B25J 7/00, H01L 41/08, 2000), принятый за прототип, содержащий пьезоэлектрический элемент с крестообразным поперечным сечением, образованный поляризованными пластинами с нанесенными на ее поверхности электродами, а непосредственно пьезоэлектрический элемент выполнен в виде стержня, пластины которого поляризованы по ширине, а электроды нанесены на торцевые поверхности стержня.

Недостаток конструкции привода микроманипулятора состоит в том, что пьезоэлектрический стержень в его основе, имеющий конкретные кинематические характеристики, закреплен с одного торца на корпусе, а с противоположной стороны соединен с рабочим органом, причем на торцы стержня нанесены рабочие электроды, что в совокупности изменяет точностное поведение из-за нарастания погрешности позиционирования стержня и, соответственно, привода микроманипулятора в целом.

Кроме того, каждое возможное целевое движение стержня происходит вне связи с центром возможной системы координат, что исключает унификацию расчетов положений рабочего органа привода микроманипулятора и автоматизацию процессов на его основе. Причем линейные и угловые перемещения рабочего органа выполняются лишь на ходы  $\pm\Delta$  ( $2\Delta$ ) и  $\pm\alpha$  ( $2\alpha$ ) соответственно, и номиналы дискретностей  $\Delta$  или  $\alpha$  у привода микроманипулятора не регулируется. Кроме того недостаток конструкции заключается и в ограниченной ее мобильности из-за жесткой связи привода микроманипулятора с корпусом, а область обслуживания при этом исполняется лишь на региональном уровне.

Отмеченное ограничивает технологические возможности привода микроманипулятора и снижает точность его работы.

Технической задачей, на решение которой направлено изобретение, является расширение функциональных возможностей модуля движения наноробота при снижении погрешности позиционирования.

Задача решается тем, что у модуля движения наноробота, выполненного в виде вертикального стержня с электродами, нанесенными на его торцевые поверхности, стержень, закрепленный на основании, выполнен упругим с ферромагнитной сферой на его свободном

конце, на которой последовательно через вертикальную упругую стойку смонтирована дополнительная ферромагнитная сфера, причем обе сферы посредством упругих радиальных стоек, которые ортогональны продольной оси упругого стержня и стойки несут еще по четыре ферромагнитные сферы, причем направления ориентации продольных осей радиальных стоек сфер упругого стержня и его стойки, относительно их же продольной оси, смещены на угол  $45^\circ$  друг относительно друга, а каждая ферромагнитная сфера снабжена автономными электромагнитами, проводники питания к которым объединены в шины, кинематически проложенными по стержню между ферромагнитными сферами вертикального стержня и стойки к блоку управления.

Доказательством решения поставленной задачи является то, что базирование конструкции выполняется в декартовой или полярной системах координат через однозначно определяемые расчетами и измерениями относительного расположения ферромагнитных сфер, что повышает уровень автоматизации управления; в конструкции отсутствуют жесткие связи между целевыми элементами и их электромагнитными приводами, что исключает снижение точности управления положением; модуль движения наноробота способен обслуживать локальное и региональное рабочие пространства увеличением до трех количество позиционных перемещений, что позволяет также менять и дискретности линейного и углового перемещений.

Отмеченное является доказательством решения поставленной технической задачи.

На фиг. 1 показан общий вид модуля движения наноробота, а на фиг. 2 дан его вид сверху.

Модуль движения наноробота состоит из основания 1, на упругом вертикальном стержне 2 которого последовательно смонтированы ферромагнитные сферы 3 и 4 через вертикальную упругую стойку 5. Продольная ось стержня 2 и стойки 5 принята за ось  $z$  декартовой системы координат  $хуz$  с центром  $O$ , расположенным в центре ферромагнитной сферы 3. На сферах 3 и 4 посредством упругих радиальных стоек 6 и 7, которые ортогональны оси  $z$ , установлены по четыре ферромагнитные сферы 8 и 9 соответственно. Плоскости расположения сфер 8 и 9 и их стоек 6 и 7 параллельны друг другу и ортогональны оси  $z$  системы координат  $хуz$ . При этом направления ориентации продольных осей радиальных стоек 6 и 7 относительно оси  $z$  смещены на угол  $45^\circ$  друг относительно друга, из-за чего длина каждой из четырех стоек 6 длиннее аналогичных стоек 7 в 1,41 раза. Каждая ферромагнитная сфера 3, 8 и 4, 9 снабжена автономными электромагнитами 10 и 11 соответственно, проводники питания 12 и 13 которые объединены в шины 14 и 15, проложенные между сферами 3 и 4, и связаны электрически с блоком управления (на фигурах не показано), а кинематически со стержнем 2 основания 1 (на фигурах не показано).

Модуль движения наноробота работает следующим образом. В исходном состоянии электромагниты 10 и 11 не работают и ферромагнитные сферы 3, 4 и 8, 9 неподвижны. При необходимости локального перемещения (в пределах области, обслуживаемой движениями одной сферы, например, 8 (или 3, 4, 9) на одной радиальной стойке 6 (или 2, 5, 7) и от одного электромагнита 10 (или 11)) в работу включается обеспечивающий ее электромагнит 10, электропитание на который подается от блока управления по проводнику питания 12 (а в иных условиях и по 13), который входит в шину 14 (или 15). Происходит локальное перемещение ферромагнитной сферы 8 относительно центра ее симметрии в декартовой системе координат  $хуz$  с центром  $O$ . Для возврата сферы 8 в исходное положение необходимо отключение обеспечивающего ее работу электромагнита 10. При этом деформированная ранее электромагнитными силами гибкая радиальная стойка 6 возвращается в исходное состояние, а ее ферромагнитная сфера 8 - в исходное геометрическое положение в декартовой системе координат  $хуz$  с центром  $O$ .

Локальные движения каждой сферы 3, 4, 8 или 9 на гибком радиальном стержне 2 и стойках 5, 6 или 7 происходят идентично.

Освоение регионального (за пределами возможных положений непосредственно одной сферы 3, 8 или 9) пространства требует организации набора синхронно управляемых электромагнитами 10 и 11 сфер 3 - 8 или 3 - 4 - 9 и задания программы таких групповых срабатываний сфер, как 3,8; 3,4; 4,9; 3,4,9.

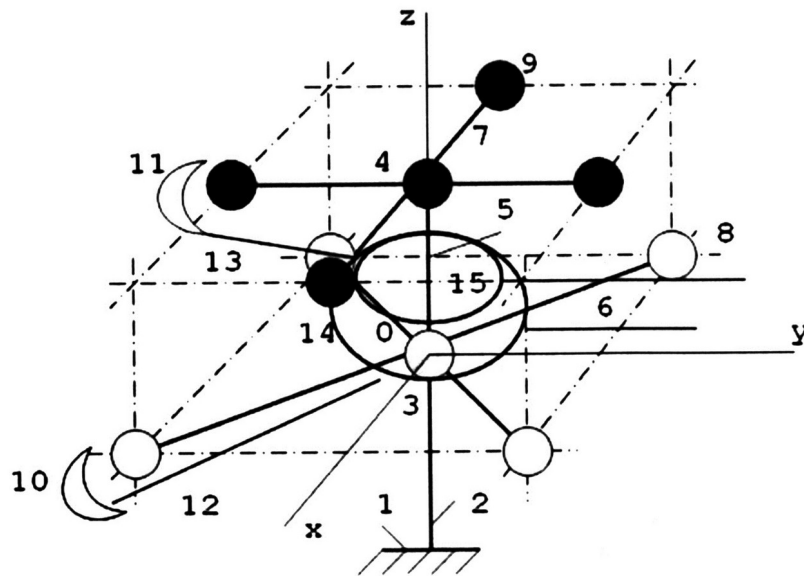
Модуль движения наноробота имеет расширенные функциональные возможности, позволяющие исполнять ведомым звеньям перемещения в плоскости и в пространстве с относительно низкой погрешностью позиционирования их исполнения.

#### **Формула изобретения**

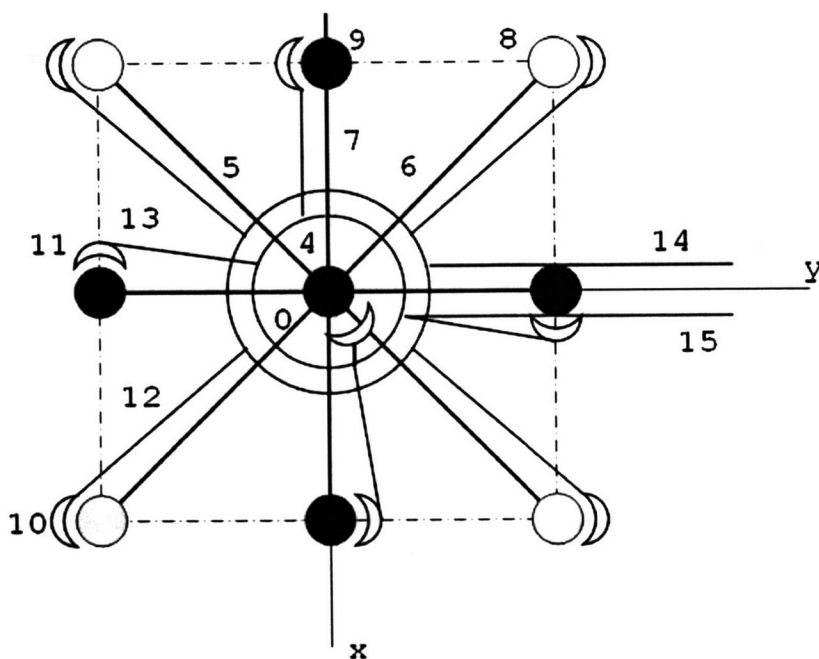
Модуль движения наноробота, выполненный в виде вертикального стержня с электродами, нанесенными на его торцевые поверхности, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что стержень, закрепленный

на основании, выполнен упрягим с ферромагнитной сферой на его свободном конце, на которой последовательно через вертикальную упругую стойку смонтирована дополнительная ферромагнитная сфера, причем обе сферы посредством упругих радиальных стоек, которые ортогональны продольной оси упругих стержня и стойки, несут еще по четыре ферромагнитные сферы, причем направления ориентации продольных осей радиальных стоек сфер упругих стержня и его стойки относительно их же продольной оси смещены на угол  $45^\circ$  друг относительно друга, а каждая ферромагнитная сфера снабжена автономными электромагнитами, проводники питания к которым объединены в шины, кинематически проложенные по стержню между ферромагнитными сферами вертикального стержня и стойки к блоку управления.

Модуль движения наноробота



Фиг. 1



Выпущено отделом подготовки материалов

---

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,  
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03