

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 188581

### СУСТАВ МАНИПУЛЯТОРА

Патентообладатель: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (Университет ИТМО) (RU)*

Авторы: *Вражеский Сергей Александрович (BY), Бушуев Александр Борисович (RU), Зименко Константин Александрович (RU), Кремлев Артем Сергеевич (RU), Вундер Нина Александровна (RU)*

Заявка № 2018145667

Приоритет полезной модели 20 декабря 2018 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре полезных

моделей Российской Федерации 17 апреля 2019 г.

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает 20 декабря 2028 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК  
*B25J 17/00* (2019.02)

(21) (22) Заявка: 2018145667, 20.12.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.12.2018

Дата регистрации:  
17.04.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.12.2018

(45) Опубликовано: 17.04.2019 Бюл. № 11

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр.,  
49, Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

**Вражевский Сергей Александрович (BY),  
Бушуев Александр Борисович (RU),  
Зименко Константин Александрович (RU),  
Кремлев Артем Сергеевич (RU),  
Вундер Нина Александровна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский  
национальный исследовательский  
университет информационных технологий,  
механики и оптики" (Университет ИТМО)  
(RU)**

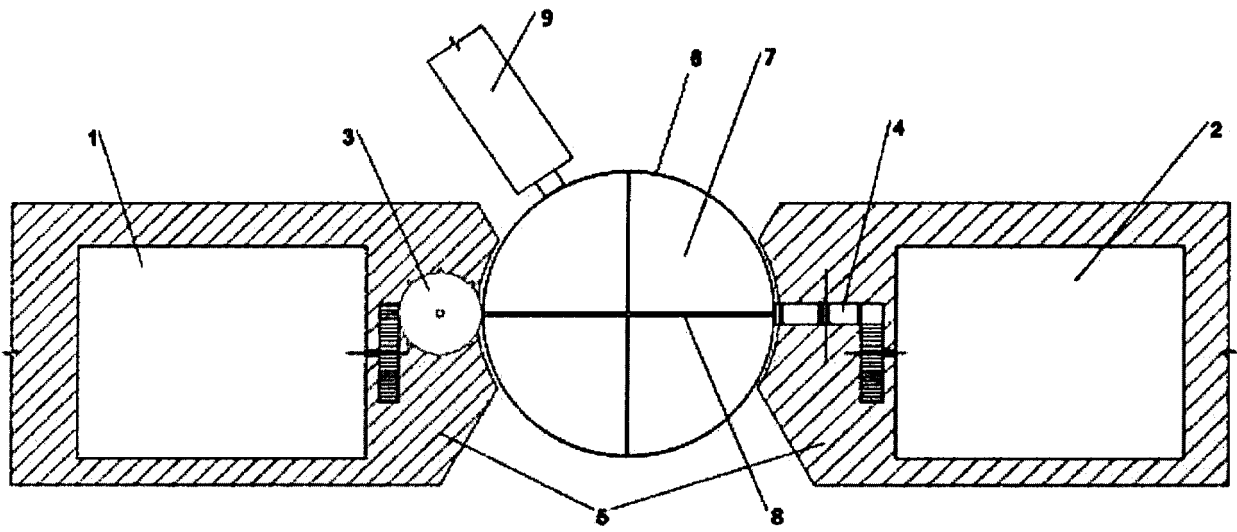
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2283217 C1, 10.09.2006. SU  
872250 A1, 15.10.1981. RU 2087300 C1,  
20.08.1997. US 4932831 A1, 12.06.1990.

(54) **СУСТАВ МАНИПУЛЯТОРА**

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области робототехники и может быть использована в манипуляторах, выполняющих поворот объектом манипулирования (выходного звена) по двум независимым угловым координатам, а также в конструкциях пространственных многокоординатных манипуляторов. Сущность полезной модели заключается в том, что ведомое

звено сустава манипулятора выполнено в форме шара, на поверхности которого установлены равномерно выпуклые поверхности, причем вогнутые поверхности ведомого звена сопряжены с выпуклыми поверхностями ведущих звеньев, установленных взаимно ортогонально в диаметрально противоположенных точках поверхности шара.



фиг. 1

Полезная модель относится к области робототехники и может быть использована в манипуляторах, выполняющих поворот объектом манипулирования (выходного звена) по двум независимым угловым координатам, а также в конструкциях пространственных многокоординатных манипуляторов.

5 Известен шарнир манипулятора (Авторское свидетельство SU 1502300 А1 от 23.08.89 по классу В25J 17/00), выполненный на основе универсального шарнира и приводов, кинематически связанных с соответствующими звеньями посредством передаточного механизма, имеющего два кривошипа, где привод выходного звена размещен на входном звене и связан с кривошипом выходного звена дополнительно введенной зубчатой  
10 передачей. Такой шарнир может быть использован в конструкциях промышленных роботов для перемещения его звеньев.

Недостатком данного устройства является невозможность одновременно менять скорости ведущих приводов в процессе работы, что существенно ограничивает маневренность звена манипулятора и увеличивает время переходных процессов при  
15 движении к заданному положению.

Известен также сустав манипулятора (Авторское свидетельство SU 1379109 А1 от 07.03.1988 по классу В25J 17/00), содержащий шарнир, выполненный в виде поллой сферы, охватывающей шар, на поверхности которого установлены равномерно шипы, на сфере установлены электромагниты с регулируемым источником питания,  
20 электромагниты установлены равномерно с шагом, некратным шагу расположения шипов, полость, образованная поверхностями шара и поллой сферы, заполнена магнитной жидкостью и снабжена уплотнением. При переменном запитывании электромагнитов за счет возникновения эффекта выталкивания нелинейных тел, находящихся в магнитной жидкости, которыми в данном случае являются шипы,  
25 расположенные на поверхности шара, из области сильного магнитного поля в область слабого на шипы действуют усилия, поворачивающие шар сустава.

Недостатками данного устройства являются низкая нагрузочная способность, высокое энергопотребление и сложность конструкции.

Известен шарнир манипулятора (Патент RU 2 283 217 С1 от 10.09.2006 по классу  
30 В25J 17/00), выбранный за прототип и выполненный из двух ведущих звеньев, каждое из которых сопряжено с основанием и с соответствующим ведомым звеном вращательными кинематическими парами, ведомые звенья сопряжены вращательной кинематической парой, при этом одно из ведомых звеньев является выходным звеном. Оси всех вращательных кинематических пар пересекаются в центре шарнира. В  
35 конструкции шарнира также присутствуют дополнительные опорные сферические кинематические пары, образованные сопряжениями вогнутых поверхностей ведущих звеньев с выпуклыми поверхностями ведомых звеньев. Оси кинематических пар, сопрягающих каждое из ведущих звеньев с основанием, расположены на одной прямой. Шарнир может применяться в манипуляторах, выполняющих поворот объекта  
40 манипулирования по двум независимым угловым координатам, а также в конструкциях пространственных многокоординатных манипуляторов.

Недостатками данного устройства являются сложность конструкции и малый размер рабочей зоны манипулятора, ограниченной формой опорных сферических кинематических пар.

45 Задачей, для решения которой предназначена предлагаемая полезная модель, является упрощение конструкции и увеличение диапазона возможных положений ведомого звена.

Поставленная задача решается достижением технического результата,

закрывающегося в расширении сферы использования.

Указанный технический результат достигается тем, что в суставе манипулятора, содержащем шарнир, ведомое звено выполнено в виде шара с вогнутыми и выпуклыми поверхностями, которое сопряжено механической передачей в диаметрально  
5 противоположных точках поверхности шара с двумя расположенными взаимно ортогонально ведущими звеньями, каждое из которых соединено соосно с валом электроприводов.

Тот же технический результат достигается тем, что в суставе манипулятора наибольший общий делитель числа выпуклых поверхностей у каждого из ведущих  
10 звеньев и числа вогнутых поверхностей ведомого звена, пересекающих ведущее звено при вращении, равен единице, отношение радиусов ведущих звеньев к радиусу ведомого звена равно отношению числа выпуклых поверхностей ведомого звена к числу поверхностей ведущих звеньев.

Сущность полезной модели поясняется чертежом, где на фиг.1 представлена  
15 структурная схема сустава манипулятора, обеспечивающего поворот объекта манипулирования по двум независимым угловым координатам с помощью механической передачи, на фиг.2 изображено ведомое звено с выпуклыми и вогнутыми поверхностями, обеспечивающими механическое сопряжение с ведущими звеньями сустава, на фиг.3  
20 изображена граф-схема алгоритма получения выпуклых и вогнутых поверхностей ведомого звена. Входными величинами алгоритма являются основные конструктивные размеры: диаметр шара, глубина, ширина и радиус скругления вогнутых поверхностей в зависимости от параметров выпуклых поверхностей ведущих звеньев. В качестве заготовки используется монолитный шар. Алгоритм содержит вложенные циклы, которые рассчитывают местоположения вогнутых поверхностей ведомого звена.  
25 Внешний цикл рассчитывает количество и расположение плоскостей, проходящих через центр шара. Первый вложенный цикл рассчитывает набор осей вращения в каждой плоскости, заданной внешним циклом. Второй вложенный цикл рассчитывает новый набор плоскостей, проходящих через каждую ось вращения, и определяет итоговое местоположение желобов.

Для примера выполнения сустава с минимальным количеством выпуклых  
30 поверхностей ведомого звена, обеспечивающих выполнение технического результата, вырезают на поверхности шара три желоба, каждый из которых лежит на одной из трех взаимно ортогональных плоскостей, проходящих через центр шара. Глубина и ширина желобов выбирается из условия обеспечения механического сопряжения с  
35 выпуклыми поверхностями ведущих звеньев. Пересечения трех желобов на поверхности шара формируют три пары диаметрально противоположных перекрестий таким образом, что можно сформировать механическое зацепление выпуклых поверхностей каждого из ведущих звеньев с ведомым звеном, разместив ведущие звенья взаимно ортогонально в диаметрально противоположенных перекрестиях. Каждый из желобов,  
40 формирующих перекрестия в местах контакта с выпуклыми поверхностями ведущих звеньев, механически сопряжен с выпуклой поверхностью одного из ведущих звеньев и не сопряжен с выпуклой поверхностью другого ведущего звена. Таким образом, выпуклые поверхности одного из ведущих звеньев будут скользить вдоль вогнутой поверхности ведомого звена при повороте ведомого звена вдоль плоскости вращения  
45 второго ведущего звена.

Сустав манипулятора (фиг. 1) содержит два электропривода 1, 2 и взаимно-ортогональные ведущие звенья 3, 4, заключенные в корпусе 5, который удерживает ведомое звено 6 в форме шара с выпуклыми поверхностями 7 и вогнутыми

поверхностями 8, соединенного механической передачей с ведущими звеньями 3, 4 в диаметрально противоположных точках поверхности ведомого звена 6, на котором жестко закреплено выходное звено 9. Ведомое звено 6 (фиг. 2, на которой ведомое звено повернуто относительно фиг. 1) обеспечивает механическое сопряжение с

5 ведущими звеньями сустава.

Сустав манипулятора работает следующим образом. Электроприводы 1, 2 независимо друг от друга приводят в движение ведущие звенья 3, 4 соответственно, которые вращаются взаимно ортогонально и через механическое зацепление с выпуклыми и вогнутыми поверхностями 7, 8 приводят в движение ведомое звено 6. Форма выпуклых

10 поверхностей 7 на поверхности ведомого звена 6 обеспечивает независимую работу ведущих звеньев 3, 4. Направление вращения ведомого звена 6 определяется направлением движения ведущих звеньев 3, 4 в точках их касания с поверхностью ведомого звена 6. Вращение ведомого звена 6 определяет траекторию движения выходного звена 9.

15 Ведомое звено 6 может быть изготовлено с использованием аддитивных технологий, например, при помощи 3-D принтера. Модель сустава может быть получена в программах 3-D моделирования, например, Компас-3D.

Конструкция ведомого звена 6 не требует использования в ведущих звеньях сложных кинематических элементов, что упрощает конструкцию устройства, повышает диапазон

20 возможных положений ведомого звена по сравнению с прототипом и, соответственно, расширяет сферу применения сустава манипулятора.

#### (57) Формула полезной модели

1. Сустав манипулятора, содержащий шарнир, содержащий одно ведомое звено с

25 выпуклыми и вогнутыми поверхностями и два ведущих звена с электроприводами, каждое из которых сопряжено с ведомым звеном кинематической парой, отличающийся тем, что ведомое звено имеет форму шара, вогнутые поверхности которого сопряжены с выпуклыми поверхностями ведущих звеньев, приводимых в движение

30 электроприводами и установленных в корпусе взаимно ортогонально в диаметрально противоположенных точках поверхности ведомого звена, при этом длины дуг между выпуклыми поверхностями ведущих звеньев и длины ребер, ограничивающие выпуклые поверхности ведомого звена, одинаковы.

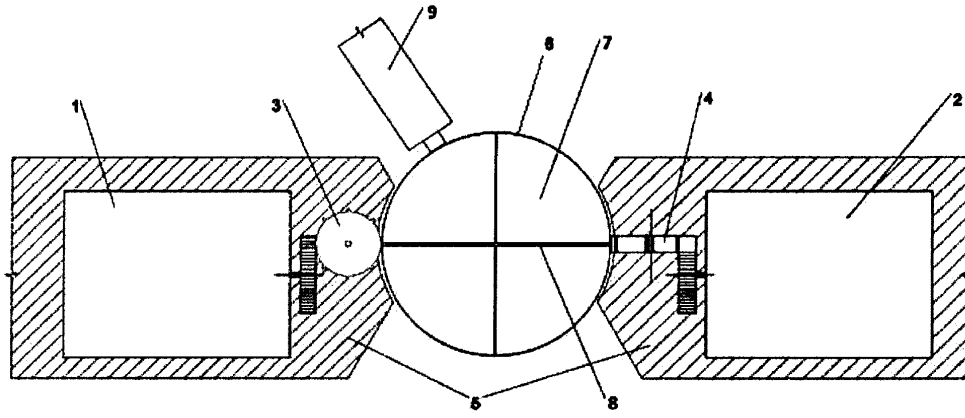
2. Сустав по п. 1, отличающийся тем, что наибольший общий делитель числа выпуклых поверхностей у каждого из ведущих звеньев и числа вогнутых поверхностей

35 ведомого звена, пересекающих ведущее звено при вращении, равен единице, отношение радиусов ведущих звеньев к радиусу ведомого звена равно отношению числа перекрестий, образованных вогнутыми поверхностями ведомого звена в плоскости вращения, к числу выпуклых поверхностей ведущих звеньев.

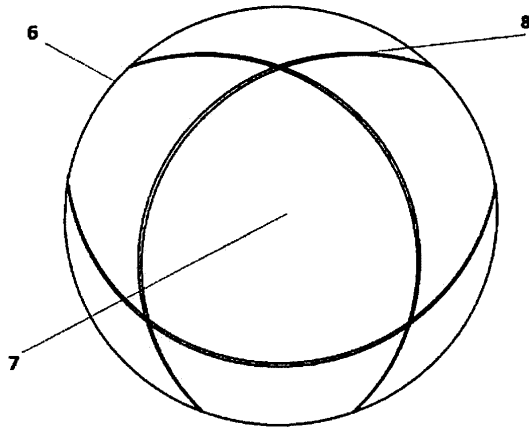
40

45

1

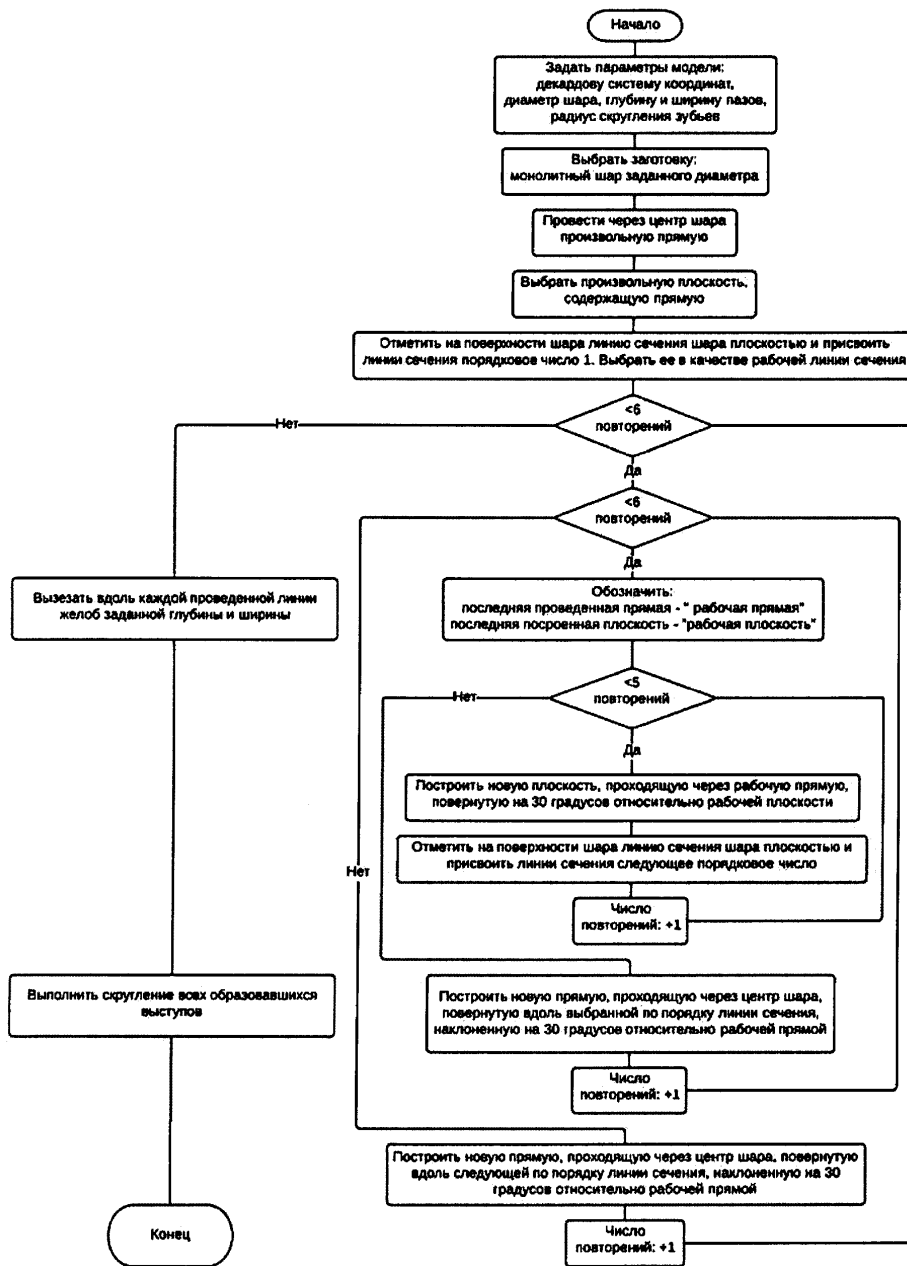


фиг. 1



фиг. 2

2



фиг. 3