



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A61F 2/586 (2018.02); A61F 2/54 (2018.02)

(21)(22) Заявка: 2015151570, 29.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.04.2014

Дата регистрации:
21.09.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
03.05.2013 DE 102013007539.4

(43) Дата публикации заявки: 08.06.2017 Бюл. № 16

(45) Опубликовано: 21.09.2018 Бюл. № 27

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 03.12.2015

(86) Заявка РСТ:
EP 2014/001143 (29.04.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2014/177272 (06.11.2014)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Большая Спасская, д. 25,
строение 3, ООО "Юридическая фирма
Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):

**МАНДЛЬ Клеменс (АТ),
ЭККЕР Леопольд (АТ),
СКИЭРА Рихард (АТ),
ВАН ВЛИЕТ Йоханнис Виллем (АТ),
НАДЕРЕР Рональд (АТ),
ФЕРРАРА Паоло (АТ),
ШАУСБЕРГЕР Флориан (АТ)**

(73) Патентообладатель(и):

**ОТТО БОК ХЕЛТКЭР ПРОДАКТС ГМБХ
(АТ)**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: EP 0045818 A1, 17.02.1982. US 20070213831 A1, 13.09.2007. US 6896704 B1, 24.05.2005. WO 2011081851 A3, 07.07.2011. US 20120109337 A1, 03.05.2012. US 6244644 B1, 12.06.2001.

(54) ИСКУССТВЕННЫЙ ПАЛЕЦ

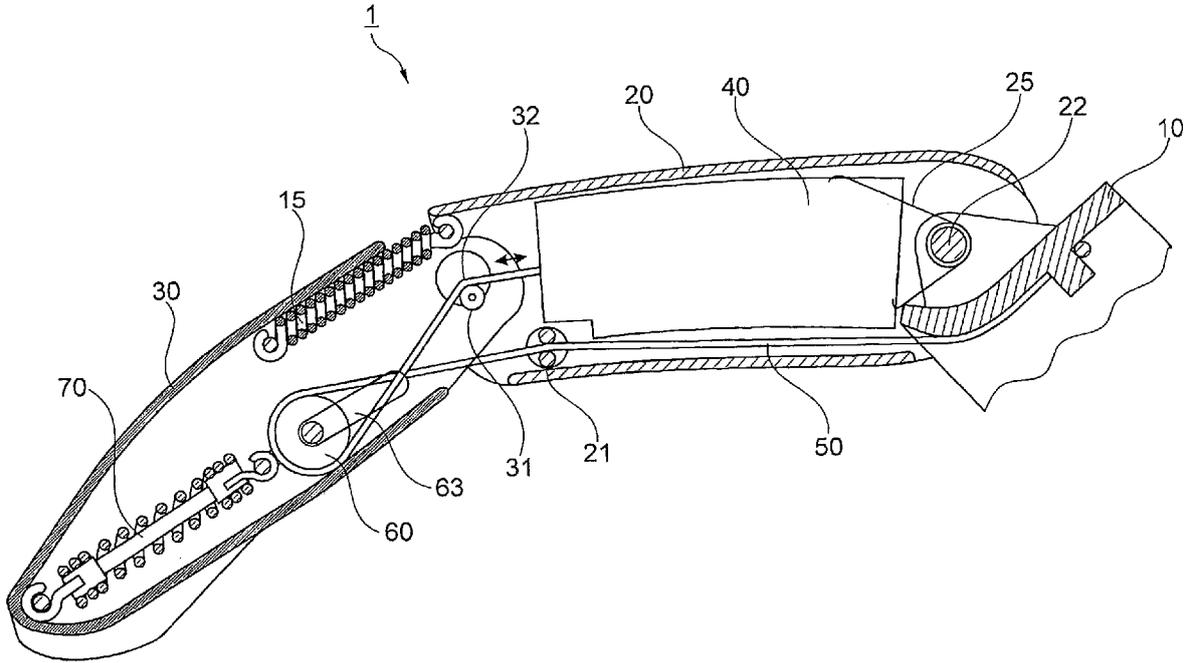
(57) Реферат:

Группа изобретений относится к медицине. Искусственный палец для протезирования и захватных устройств содержит основание, шарнирно установленную на основании первую фалангу пальца и по меньшей мере одну шарнирно установленную на первой фаланге пальца следующую фалангу, а также привод для изменения положения следующей фаланги относительно первой фаланги и первой фаланги относительно основания. Предусмотрен по меньшей мере один возвратный элемент для

возврата в исходное положение первой фаланги и следующей фаланги. Первая фаланга нагружена отличным от следующей фаланги возвратным усилием. В разгибаемой фаланге пальца и/или следующей фаланге расположена точка переключения воздействия усилия между сгибанием и разгибанием. Точка воздействия усилия выполнена с возможностью изменения положения. Искусственный палец содержит основание, шарнирно установленную на основании первую фалангу пальца и по меньшей

мере одну шарнирно установленную на первой фаланге пальца следующую фалангу, а также привод для изменения положения следующей фаланги относительно первой фаланги пальца и первой фаланги пальца относительно основания. На основании расположены устройства для остеointегрированного закрепления

искусственного пальца, причем предусмотрено устройство управления для привода, которое на основе электромиографических импульсов или непосредственной связи с нервными путями управляет приводом. Изобретение обеспечивает лучшее прилегание искусственного пальца к захватываемому объекту. 2 н. и 25 з.п. ф-лы, 7 ил.



ФИГ.1

RU 2667624 C2

RU 2667624 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
A61F 2/54 (2006.01)
A61F 2/58 (2006.01)
A61F 2/78 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

A61F 2/586 (2018.02); *A61F 2/54* (2018.02)(21)(22) Application: **2015151570, 29.04.2014**(24) Effective date for property rights:
29.04.2014Registration date:
21.09.2018

Priority:

(30) Convention priority:
03.05.2013 DE 102013007539.4(43) Application published: **08.06.2017** Bull. № 16(45) Date of publication: **21.09.2018** Bull. № 27(85) Commencement of national phase: **03.12.2015**(86) PCT application:
EP 2014/001143 (29.04.2014)(87) PCT publication:
WO 2014/177272 (06.11.2014)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. Bolshaya Spasskaya, d. 25,
stroenie 3, OOO "Yuridicheskaya firma
Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**MANDL Klemens (AT),
EKKER Leopold (AT),
SKIERA Rikhard (AT),
VAN VLIET Jokhannis Villem (AT),
NADERER Ronald (AT),
FERRARA Paolo (AT),
SHAUSBERGER Florian (AT)**

(73) Proprietor(s):

**OTTO BOK KHELTKER PRODAKTS
GMBKH (AT)****(54) ARTIFICIAL FINGER**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: group of inventions relates to medicine. Artificial finger for prosthetics and gripping devices comprises a base pivotally mounted on the base of the first phalanx of the finger and at least one next phalanx hingedly mounted on the first phalange of the finger, as well as a drive for changing the position of the next phalanx relative to the first phalanx and the first phalanx relative to the base. At least one return element is provided for resetting the first phalanx and the next phalanx. First phalanx is loaded with a different return effort than the next phalanx. In the extensible phalanx of the finger and/or the next phalange, the point

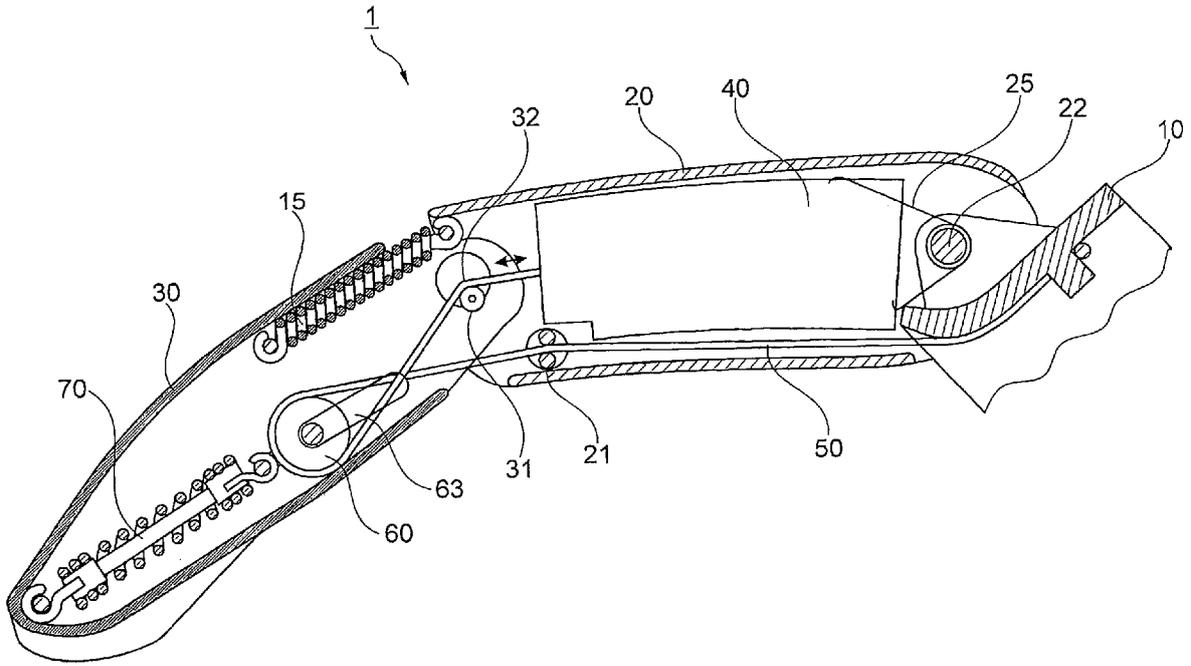
of switching of the force action between flexion and extension is located. Point of force exertion is made with the possibility of changing the position. Artificial finger comprises a base pivotally mounted on the base of the first phalanx of the finger and at least one next phalanx hingedly mounted on the first phalanx of the finger, and a drive for changing the position of the next phalanx relative to the first phalanx of the finger and the first phalanx of the finger relative to the base. On the base there are devices for osteointegrated fixation of the artificial finger, and a control device for the drive is provided which, based on electromyographic pulses or direct connection to the neural pathways, controls

the drive.

EFFECT: invention provides a better fit of the

artificial finger to the captured object.

27 cl, 7 dwg



ФИГ.1

RU 2667624 C2

RU 2667624 C2

Изобретение относится к искусственному пальцу, содержащему основание, шарнирно установленную на нем первую фалангу и, по меньшей мере, одну, шарнирно установленную на ней следующую фалангу, а также привод для изменения положения следующей фаланги относительно первой фаланги и первой фаланги относительно основания.

Искусственные пальцы используются в протезировании и в технике манипулирования, где роботы или автоматы-манипуляторы оснащены захватами с пальцами. При использовании протезов кистей требуются протезы пальцев, чтобы функционально или оптически заменить отсутствующие пальцы естественной кисти. У роботов или автоматов-манипуляторов искусственные пальцы должны имитировать гибкость человеческой кисти. Ниже имеются в виду как технические хватные элементы, так и компоненты протеза, если речь идет вообще о пальцах, в противном случае указывается отдельно тип пальцев. Под хватными устройствами следует понимать как протезы кистей, так и технические захваты, конечные эффекторы и манипулирующие устройства. Наряду с пассивными протезами пальцев, которые выполняют преимущественно косметическую функцию и закреплены на основании без возможности активирования, для создания хватного устройства, с помощью которого можно брать предметы, необходимо активировать пальцы относительно основания. Для этого в самом простом случае на основании шарнирно установлен жесткий палец, связанный с тросовой системой, которая против действия возвратной пружины вызывает при активировании флексию.

Из WO 2010/018358 известно множество различных механизмов активирования протезов пальцев. Помимо тросов, приводимых в действие непосредственно закрепленными на основании моторами или закрепленными на смещаемом ярме, раскрыты прямые приводы за счет зубчатых колес или шпинделей для изменения положения проксимальных фаланг относительно основания. Кроме того, показана связь следующей фаланги с проксимальной фалангой через отдельный ленточный элемент, так что при флексии проксимальной фаланги происходит автоматическое сгибание следующей фаланги.

DE 60023142 T2 касается подвижного пальца для протеза с основанием, на котором установлен привод. Через проволоку, закрепленную на маточной гайке, может происходить сгибание промежуточного участка, а разгибание происходит через пружину промежуточного участка при реверсировании привода. С помощью тросовой системы можно сгибать несколько дистальных фаланг.

WO 2011/087382 A1 касается протеза кисти модульной конструкции с механически независимыми пальцевыми модулями, в которых внутри проксимального участка пальца расположен электродвигатель с редуктором. С помощью многорычажной системы можно при изменении положения червячной передачи поворачивать дистальный элемент относительно проксимального элемента, а через соединительную тягу одновременно передается усилие для поворота проксимального элемента относительно основания.

Задачей изобретения является создание искусственного пальца, который при простой конструкции обеспечивал бы лучшее прилегание к захватываемому объекту и имел бы универсальное применение.

Согласно изобретению, эта задача решается посредством искусственного пальца с признаками независимого пункта формулы и с признаками дополнительного независимого пункта. Предпочтительные варианты осуществления изобретения раскрыты в зависимых пунктах формулы, в описании и на чертежах.

В предложенном искусственном пальце, содержащем основание, шарнирно установленную на нем первую фалангу и по меньшей мере одну шарнирно установленную на ней следующую фалангу, а также привод, в частности электропривод, для изменения положения следующей фаланги относительно первой фаланги и первой фаланги относительно основания, предусмотрен по меньшей мере один возвратный элемент для разгибания первой и следующей фаланг, а первая фаланга нагружена отличным от следующей фаланги возвратным усилием. За счет нагружения фаланг разными по величине возвратными усилиями можно достичь согласованного характера сгибания и разгибания искусственного пальца, что предпочтительно, в частности, в случае недоактивированных пальцев, поскольку нужное поведение может достигаться с небольшими затратами и только с одним приводом. Необязательно использовать несколько приводов, чтобы вызвать прикладывание пальцев к захватываемым предметам и их отделение от них.

В одном варианте предусмотрено, что возвратный элемент связан с устройством передачи усилий или выполнен в виде пружинящего элемента с разными по его длине коэффициентами жесткости. Устройство передачи усилий может быть выполнено в виде рычага, рычажной системы, тросовой конструкции с роликовой передачей, зубчатой передачи, фрикционной передачи и т.п. В качестве альтернативы выполнению с устройством передачи усилий, которое распределяет захватное и, при необходимости, возвратное усилия по-разному по отдельным фалангам, возвратный элемент или аккумулятор энергии, противодействующий приводу, может быть выполнен в виде пружинящего элемента с различными по его длине коэффициентами жесткости, так что в разных местах пружинящего элемента действуют возвратные усилия разной величины, которые противодействуют приводным усилиям, чтобы обеспечить ступенчатые прикладывание и отпускание отдельных фаланг. Пружинящий элемент может быть выполнен, например, в виде изгибного стержня из металла или пластика разного по своей длине сечения для создания, таким образом, с локальным разрешением разных возвратных усилий.

В одном варианте предусмотрено, что первая возвратная пружина обеспечивает возвратными усилиями следующую фалангу относительно первой фаланги пальца, а вторая возвратная пружина – первую фалангу пальца относительно основания в направлении исходного положения, причем коэффициенты жесткости возвратных пружин различны. Таким образом, можно создать дифференциальную кинематику с небольшими затратами, когда с помощью единственного привода реализуются две степени свободы, которые независимо от геометрии захватываемого объекта обеспечивают максимально высокую надежность взятия и одновременно при использовании в качестве протеза пальца приводят к физиологической картине взятия.

В одном варианте предусмотрено, что коэффициент жесткости первой возвратной пружины выше коэффициента жесткости второй возвратной пружины, так что поворот следующей фаланги относительно первой фаланги требует больших затрат усилия, чем поворот первой фаланги относительно основания. Этим достигается то, что палец поворачивается сначала вокруг основного сустава, т.е. вокруг оси поворота между первой фалангой и основанием, и только после того, как первая фаланга будет прилегать к объекту или к концевому упору, начинается изменение положения следующей фаланги относительно первой фаланги, т.е. сгибание вокруг оси поворота между первой и следующей фалангами. Благодаря этому вследствие простой кинематики передачи усилия происходит дифференциальное действие вокруг, по меньшей мере, двух шарнирных устройств, в результате чего последовательно приводятся в действие, по

меньшей мере, две фаланги.

С приводом может быть связана гибкая тяга, в частности ремень, лента или трос или высоко гибкая проволока, которая, в свою очередь, зафиксирована на основании. За счет этого посредством высоко гибкой тросовой направляющей при простой кинематике только с помощью только одного привода можно с управляемым усилием и в зависимости от ситуации взятия приводить в действие несколько суставов.

При этом гибкая тяга может проходить вокруг оси поворота следующей фаланги, чтобы быть приложенным по меньшей мере к одной точке воздействия усилия под другую сторону оси поворота следующей фаланги, что вызывает стабильное ведение тягового органа при одновременно меньших затратах на трение. Предусмотрено также, что гибкая тяга проходит под дистальной осью поворота, вызывая простое и непосредственно приложение растягивающего усилия для поворота следующей фаланги. Предпочтительным образом гибкая тяга проходит на следующей фаланге вокруг по меньшей мере одного устройства для изменения направления, например направляющего ролика или штифта с низким коэффициентом трения, так что мощность привода не преобразуется или преобразуется лишь минимально в мощность трения.

Устройство для изменения направления может быть установлено с возможностью изменения положения или поворота на следующей фаланге, например на поворотном рычаге или в пазовой или кулисной направляющей, посредством которой с помощью заданного пути можно достичь компенсации зазоров. Если гибкая тяга и, в частности устройство для изменения направления нагружены в дистальном направлении натяжным усилием, то происходит основное натяжение тягового органа между приводом и точкой фиксации на основании, в результате чего возникает защита от перегрузки, когда, например, после приложения ударной нагрузки следующая фаланга случайно сгибается и разгибается. За счет натяжного усилия палец может непосредственно снова использоваться. В случае непроизвольного сгибания, например вследствие ударной нагрузки, гибкая тяга не передает никаких усилий на привод, благодаря чему защита от перегрузки достигается за счет прекращения усилий. Разгибание за пределы нулевого положения, так называемое переразгибание, можно также использовать предпочтительно для взятия плоских предметов.

Привод может быть выполнен в виде самостопорящегося линейного привода, так что по достижении нужного положения, что можно обнаружить, например, с помощью датчика, больше не требуется никакого дальнейшего расхода энергии, чтобы сохранить установленное положение следующей и/или первой фаланги. В принципе, является также возможными предусмотрено, что привод выполнен не в виде электродвигателя с самостопорением, а, например, в виде самонестопорящегося пневматического исполнительного органа. В таком выполнении при наличии давления даже при закрытых клапанах имеется силовое воздействие, но отсутствует расход воздуха. Для поддержания захватного усилия особенно подходят пневматические исполнительные органы.

Приводы без самостопорения также обеспечивают преимущество защиты от перегрузки. Ответные усилия воспринимаются только до определенного предела, а свыше него приводы ослабевают, вследствие чего трансмиссию нельзя нагрузить выше этого предела. Если предусмотрен самонестопорящийся привод, то предпочтителен механизм перегрузки. Дополнительно приводы без самостопорения в случае активного регулирования усилия выполняют также функцию натяжного устройства, поскольку привод всегда тянет за гибкую тягу или трос с установленным усилием, так что он не может ослабнуть.

Привод может иметь понижающий редуктор, связанный с роликом или винтовой

передачей, на котором/которой закреплена гибкая тяга, так что могут использоваться маленькие, быстровращающиеся электродвигатели, в частности электродвигатели с внешним ротором, которые при соответствующей редукции обеспечивают точное и, тем не менее, полное изменение положения следующей и первой фаланг. Привод может наматывать гибкую тягу на ролик, например, предварительно напряженный ролик, или же через винтовую передачу фиксировать на маточной гайке, в результате чего при реверсировании направления вращения гибкая тяга активно отпускается.

Привод может быть расположен как в первой, так и в следующей фаланге, также, в принципе, возможно, чтобы привод располагался внутри базового элемента, например в зоне пясти протеза кисти. У манипуляторов это выполнение соответствует делению захватного модуля на приводной компонент и кинематику захвата. Кинематикой захвата называется часть захватного модуля, которая преобразует движение исполнительного органа в движение пальцев или активных элементов. Возможно также, чтобы в пальцевых элементах располагались несколько приводов для обеспечения многоступенчатого индивидуального изменения положения. Так, можно изготовить палец, который помимо установки первой или проксимальной фаланги на основании, например основании пясти, содержит медиальную и следующую фаланги, причем привод расположен как в первой, так и в медиальной фаланге. Медиальный привод является тогда первой фалангой для следующей фаланги. Можно также при выполнении с двумя пальцевыми суставами продлить гибкую тягу за пределы первой фаланги, которая является тогда медиальной фалангой, к следующей фаланге и создать ступенчатую жесткость для возвратных пружин в исходное положение. При этом может быть предусмотрено, что возвратная пружина для первой фаланги имеет относительно основания меньшую жесткость, чем возвратная пружина для медиальной фаланги относительно первой фаланги, которая, в свою очередь, меньше жесткости возвратной пружины между медиальной и следующей фалангами. Также при выполнении с двумя следующими фалангами возможно и предусмотрено, что имеется только один привод, расположенный в первой фаланге или на основании, чтобы при соответствующем срабатывании вызвать сгибание фаланг. Во всех случаях имеет место недоактивированная система с небольшим числом исполнительных механизмов в качестве степеней свободы.

Первая и/или следующая фаланга могут быть установлены с возможностью гиперразгибания, так что возможно, чтобы соответствующая фаланга разгибалась за пределы выпрямленного нормального положения, в котором, как правило, продольные оси фаланг совпадают. Кроме того, предусмотрено, что точка переключения приложения усилия между сгибанием и разгибанием расположена в разгибаемой или гиперразгибаемой фаланге, причем точка ввода усилия для изменения положения фаланги выполнена с возможностью изменения положения, так что при соответствующем изменении положения ввода усилия может происходить переключение с разгибания на сгибание, в результате чего с помощью искусственного пальца можно выполнять два движения в зависимости от позиционирования приложения усилия без изменения направления усилия в гибкой тяге. Точка ввода усилия может изменяться различным образом, например, с управлением усилием посредством упруго установленных направляющих элементов, которые смещаются за счет усилия в тяговом органе. Можно также предусмотреть включающие устройства, такие как рычаги, движки и т.п., чтобы за счет изменения положения, такого как поворот или сдвиг, направляющих элементов или направляющих гибких тяг позиционировать точку ввода усилия по одну или другую сторону точки переключения и достичь соответствующего

этому разного направления изменения положения данной фаланги. Изменение положения направляющих элементов или направляющих может происходить также за счет электродвигателя. В принципе, возможно и предусмотрено также, что изменение положения точки ввода усилия происходит по одну или другую сторону точки переключения также независимо от возможности гиперразгибания, в результате чего реверсирование движения фаланг может происходить активно также у недоактивированных систем.

На основании или на первой фаланге могут быть расположены устройства для остеоинтегрированной фиксации протеза пальца, так что благодаря независимому выполнению протеза пальца при интегрированном приводе может быть реализован активный остеоинтегрированный протез пальца.

В одном альтернативном варианте предусмотрено, что на основании или на первой фаланге расположены устройства для закрепления на роботах или манипуляторах, благодаря чему искусственный палец может использоваться не только в протезировании, но и в технике манипулирования. Необходимые для этого крепежные устройства отличаются от устройств для остеоинтегрированной фиксации, в частности они могут быть выполнены стабильнее и больше, чтобы можно было передавать большие усилия, а биосовместимости не требуется.

У искусственного пальца в виде протеза пальца, содержащего основание, шарнирно установленную на нем первую фалангу и по меньшей мере одну шарнирно установленную на ней следующую фалангу, а также электропривод для изменения положения следующей фаланги относительно первой фаланги и первой фаланги относительно основания, предусмотрено, что на основании расположены устройства для остеоинтегрированной фиксации протеза пальца, благодаря чему может быть создан активный протез пальца, которым можно управлять на основе электромиографических импульсов. Также, в принципе, можно предусмотреть непосредственную связь устройства управления с нервными путями, так что при потере или отсутствии естественного пальца можно обеспечить его почти полную функциональную замену. Техническое оснащение такого протеза пальца может соответствовать тому, что описано выше в связи с искусственными пальцами, причем все преимущества и варианты описанного выше выполнения протеза пальца могут быть реализованы даже в варианте с остеоинтеграцией. Все описанные выше формы выполнения и варианты относятся, тем самым, также к остеоинтегрированным протезам пальцев.

Ниже пример осуществления изобретения более подробно поясняется со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых изображено:

- фиг. 1: схематичное сечение протеза пальца;
- фиг. 2: подробный вид привода;
- фиг. 3: различные ситуации взятия предметов;
- фиг. 4: вариант искусственного пальца;
- фиг. 5: подробный вид предохранителя от перегрузки в исходном положении;
- фиг. 6: предохранитель от перегрузки из фиг. 5 в рабочем положении.

На фиг. 1 в схематичном сечении изображен палец 1 с основанием 10 и расположенной на нем с возможностью поворота вокруг шарнирной оси 22 проксимальной фалангой 20. На дистальном конце первой фаланги 20 предусмотрена ось поворота 32 для установленной с возможностью поворота вокруг нее следующей фаланги 30.

Основание 10 может быть выполнено в виде металлической пластины или остеоинтегрированного компонента, который имплантируется, например, в пястную

кость.

Проксимальная фаланга 20 выполнена в данном примере полой и содержит внутри электропривод 40, более подробно поясняемый ниже. На приводе 40 закреплена гибкая тяга 50, которая выступает из дистального конца привода 40 и вдоль первой фаланги 20 может совершать переменное движение, обозначенное двойной стрелкой. Гибкая тяга 50, которая может быть выполнена в виде ремня, волокнистой детали, пряди, синтетической нити, тетивы или гибкой проволоки, проходит по ролику 31 вокруг оси поворота 32 и обвита вокруг направляющего элемента 60, установленного на дистальном расстоянии от оси поворота 32 в следующей фаланге 30. Направляющий элемент 60 выполнен в виде направляющего ролика, который установлен в пазовой направляющей 63 следующей фаланги 30 с возможностью перемещения. Направляющий ролик 60 нагружен пружиной растяжения 70 в направлении дистального конца следующей фаланги 30, так что гибкая тяга 50 всегда имеет небольшое натяжение. За счет этого можно компенсировать возникающие при использовании относительные изменения положения следующей фаланги 30 относительно первой фаланги 20, которые не предусмотрены приводом 40 или возвратными усилиями, и обеспечить гиперразгибание.

Конструкция пальца 1 с защитой от перегрузки основана на том, что пружина растяжения 70 нагружена таким образом, что направляющий ролик 60 начинает смещаться внутри пазовой направляющей 63 в направлении первой фаланги 20 только начиная с определенного растягивающего усилия, т.е. начиная с определенной растягивающей нагрузки в гибкой тяге 50, причем усилие пружины настроено так, что компоненты не могут пострадать вследствие перегрузки. Таким образом, палец 1 раскрывается даже тогда, когда следующая фаланга 30 при перегрузке разгибается. Поэтому пружина растяжения 70 выполнена относительно жесткой и имеет натяжение, которая воспринимает достижение минимального захватного усилия без увеличения своей длины.

Гибкая тяга 50 обвивает направляющий ролик 60 и направляется закрепленной на первой фаланге 20 тросовой направляющей 21 вблизи наружной стенки фаланги 20, так что гибкая тяга 50 проходит, в основном, параллельно стенке корпуса.

Между фалангами 20, 30 расположена первая возвратная пружина 15, которая противодействует сгибанию фаланги 30 относительно фаланги 20 вследствие укорочения эффективной длины гибкой тяги. В данном примере возвратная пружина 15 выполнена в виде пружины растяжения, которая одним концом закреплена на фаланге 20, а другим концом – на фаланге 30.

На первой фаланге 20 в качестве второй возвратной пружины 25 вокруг оси поворота 32 расположена витая изгибная пружина 25, которая вызывает возвратное усилие против поворота фаланги 20 относительно основания 10, так что фаланга 20 при максимальной длине гибкой тяги в выпрямленном положении прилегает к упору. При этом жесткость возвратной пружины 25 меньше жесткости возвратной пружины 15, так что при уменьшении эффективной длины гибкой тяги 50, т.е. при ее втягивании в привод 40, сначала поворачивается вокруг того сустава, который оказывает меньшее сопротивление, в данном примере, следовательно, вокруг сустава между основанием 10 и фалангой 20 вокруг оси поворота 32. Лишь по достижении сопротивления, например при прилегании фаланги 20 пальца к предмету, сила сопротивления повышается до значения выше возвратного усилия возвратной пружины 15, что затем при дальнейшем уменьшении эффективной длины гибкой тяги приводит к сгибанию фаланги 30 вокруг оси поворота 32. При срабатывании привода 40 в противоположном направлении

эффективная длина гибкой тяги 50 увеличивается, например, за счет того, что она разматывается с ролика или маточная гайка смещается в дистальном направлении. Тогда фаланга 30 изменяет положение сначала в направлении разгибания, и лишь по достижению упора ее разгибания фаланга 20 изменяет положение в направлении разгибания.

На фиг. 2 изображен подробный вид привода 40 с электродвигателем 41 со скоростным ротором, выполненным в виде электродвигателя с внешним ротором. К электродвигателю 41 во встроеном состоянии в дистальном направлении примыкает ступень 42 планетарной передачи, водило 47 которой является частью ходового винта 46. Водило 47 через упорный шарикоподшипник 43 опирается на корпус (не показан). На ходовом винте 46 расположена маточная гайка 45, на которой закреплена гибкая тяга 50 в виде двух тросов или проволок на позиционированных с обеих сторон от ходового винта 46 посадочных элементах 49. Своим дистальным концом ходовой винт 46 установлен в подшипнике 48, например подшипнике скольжения или качения. На соответствующих концах ходового винта 46 расположены концевые выключатели 44 (изображен только один у дистального упора), посредством которых электродвигатель 41 отключается, когда достигнут максимальный путь перемещения маточной гайки 45. Дальнейшее движение в этом направлении больше невозможно, и лишь после реверсирования направления движения электродвигатель 41 снова активируется.

Перемещаясь в проксимальном направлении, т.е. в направлении электродвигателя 41, маточная гайка 45 оказывает растягивающее усилие на гибкую тягу 50, в результате чего за счет огибания направляющего элемента 60 и согласованных коэффициентов жесткости возвратных пружин 15, 25 достигается последовательное смыкание фаланг 20, 30. Механизм может быть выполнен как с двумя, так и с тремя фалангами, причем выполнение с двумя фалангами, как на фиг. 1, имеет преимущественно естественную длину пальца. С помощью трех фаланг можно достичь большей схожести с естественной функцией пальца.

Сам привод 40 может быть расположен как в фаланге, так и в основании, а помимо приведения в действие гибкой тяги 50 посредством изображенной винтовой передачи с маточной гайкой 45 можно также наматывать гибкую тягу 50 на ролик и снова разматывать с него. Помимо изображенной формы выполнения в качестве привода могут использоваться линейные исполнительные органы, а также пневмо- или гидроцилиндры или сильфоны.

Благодаря изобретению можно с помощью простой кинематики только с одним приводом обеспечить высокую надежность взятия за счет самоприспосабливания пальцев к форме захватываемых предметов, а у протезов пальцев – физиологическую картину взятия различных объектов. При данном коэффициенте трения предмета и поверхности трения фаланг надежность взятия зависит, главным образом, от хватного усилия и геометрического замыкания с захватываемым объектом. Настоящее изобретение существенно повышает геометрическое замыкание независимо от геометрии захватываемого объекта, поскольку достигается последовательное и полное прилегание к нему обеих или всех фаланг.

Точно так же предложенное выполнение дает возможность пассивного сгибания пальца, что соответствует физиологическому поведению и позволяет разгрузить механические компоненты. При манипулировании в неструктурированном окружении можно уменьшить повреждения, возникающие в результате столкновений. Возможность пассивного сгибания обеспечивается, в частности, смещаемым направляющим роликом 60. За счет возвратного усилия через пружину растяжения 70 в случае ударной нагрузки

палец 1 может непосредственно снова использоваться. В данном примере речь идет о так называемой недоактивированной системе, число исполнительных органов которой меньше числа степеней свободы. В случае кинематической связи суставов через гибкую тягу можно даже при неподвижном приводе сгибать одну фалангу, в то время как другие фаланги разгибаются. Благодаря этому геометрическое замыкание сохраняется даже при изменениях или перемещениях взятого объекта.

На фиг. 3 изображены две разные ситуации взятия, которые могут возникать для пальцев на фиг. 1, 2, 3а, 4. Слева показано взятие предмета круглого сечения, а справа – многоугольного плоского сечения.

На фиг. 3 слева видно, что после первого контакта первой фаланги 20, шарнирно закрепленной на основании 10, следующая фаланга 30 охватывает сечение захватываемого предмета, когда оба основания 10 пальцев 1 ближе друг к другу, нежели максимальный диаметр захватываемого предмета. Тогда первые фаланги 20 должны сначала разжаться, так что они сначала прилегают к нижней половине захватываемого предмета. При дальнейшем приведении в действие привода (не показан) следующие фаланги 30 охватывают предмет и могут надежно удерживать его.

Справа показана другая ситуация взятия, при которой оба пальца 1 своими основаниями 10 отстоят дальше друг от друга, нежели ширина захватываемого предмета, т.е. ситуация взятия, при которой должен быть взят узкий или плоский предмет.

Разгибание дистальной или следующей фаланги 30 на угол более 0° или за пределы исходного положения, что называется гиперразгибанием следующих фаланг 30, дает преимущество приспособления к форме объекта и за счет этого большей зоны контакта, благодаря чему достигается надежное взятие, а в протезировании – также физиологическая картина взятия.

Если фаланга, в частности следующая фаланга 30, разгибается за пределы своего нулевого положения, причем нулевое положение является положением покоя или исходным положением в нерабочем состоянии, говорят о гиперразгибании. Оно предпочтительно при взятии плоских предметов, как это показано справа на фиг. 3, поскольку кончики фаланг 30 приспособляются к захватываемому объекту. Отдельные фаланги 20, 30 связаны гибкой тягой 50, так что даже при заблокированном приводе 40 возможно сгибание одной фаланги 20, 30 при одновременном разгибании других фаланг искусственного пальца. За счет кинематической связи суставов между соответствующими фалангами 20, 30 эти эффекты могут возникать, например, также во время взятия, когда кончик следующей фаланги касается объекта перед предыдущими фалангами. В этом случае происходит выпрямление кончика пальца, тогда как остальные фаланги продолжают сгибаться.

За счет расположения направляющих роликов 21, 60, 31 и соответствующего ведения гибкой тяги 50 можно влиять на равновесие сил между фалангами 20, 30 так, что приложенное к последней фаланге усилие приводит к разгибанию, тогда как приложенное к другим фалангам то же самое усилие действует в направлении сгибания. Тогда, например, при взятии мелких плоских предметов контактное усилие, возникающее в кончике пальца, преобразуется в разгибающие моменты для фаланги кончика пальца, и в то же время это контактное усилие преобразуется в сгибающие моменты для предыдущих фаланг, т.е. тех фаланг, которые проходят от кончика пальца в направлении основания 10.

При этом независимо от изменения длины гибкой тяги 50 происходит гиперразгибание последней фаланги или последних фаланг, если одновременно сгибается предыдущая фаланга или сгибаются предыдущие фаланги.

При использовании пружин для натяжения гибкой тяги 50 отдельные фаланги также могут разгибаться, когда другие блокируются, поскольку длина гибкой тяги 50 увеличивается и за счет этого освобождается путь для соответствующего сустава.

5 Гиперразгибание желательны, правда, при взятии плоских предметов, однако имеет недостатки при охвате крупных или круглых предметов, как это показано слева на фиг. 3. Поскольку пальцы недоактивированы, на гиперразгибание нельзя активно повлиять отдельными приводами. Поэтому предусмотрено кинематическое расположение направляющих роликов 21, 31, 60 так, что возникает точка переключения Р для активирования гиперразгибания. Точка переключения Р является местом, находящимся, 10 например, вблизи кончика пальца, на котором воздействие внешнего усилия приводит либо к разгибанию, либо к сгибанию в зависимости от того, в каком положении воздействует внешнее усилие. Если оно воздействует на удаленный от основания конец фаланги, т.е. в дистальном направлении к кончику пальца, то это приводит к разгибанию сустава и гиперразгибанию. Это происходит, например, при взятии тонкого плоского 15 предмета. Если усилие смещается в направлении основания или в проксимальном направлении фаланги, то разгибание задерживается, однако сгибание данной фаланги возможно и дальше. Таким образом, можно активно брать предметы также последней фалангой и охватывать предмет пальцем.

Направляющие ролики могут быть закреплены на фалангах с возможностью 20 изменения положения и регулирования, так что точку переключения можно произвольно выбирать в определенных пределах. Если отдельные направляющие ролики подвижно подвешиваются, при необходимости, против усилия пружины, то точка переключения может изменяться также в процессе взятия в зависимости от усилий в гибкой тяге.

На фиг. 3а изображена схема искусственного пальца с первой 20 и следующей 30 фалангами, принципиальная конструкция которого соответствует конструкции на фиг. 1. Для большей наглядности показаны не все компоненты пальца на фиг. 1. На фиг. 3а показана точка переключения Р, в которой происходит переключение между задержанным и свободным гиперразгибаниями. Если точка воздействия внешнего контактного усилия F_E , если смотреть от оси поворота 32, расположена по ту сторону 30 точки переключения Р, то активное плечо l_E удлиняется, и разгибание фаланги 30 больше не задерживается, что приводит к гиперразгибанию вокруг оси поворота 32. В то же время в фаланге 20 в базовом суставе вокруг оси поворота 32 возникает крутящий момент в направлении сгибания. Если точка воздействия усилия находится по эту сторону точки переключения Р, т.е. ближе к оси поворота 32, то за счет 35 кинематического расположения направляющих роликов при приложении растягивающего усилия к гибкой тяге 50 разгибание задерживается, так что палец 1 продолжает оставаться в показанном согнутом положении. Гиперразгибания фаланги 30 произойти не может. Если направляющий ролик 60 подвижно установлен на фаланге 30, то точка переключения Р может изменяться, и при подпружиненной установке 40 направляющего ролика 60 может произойти изменение положения точки переключения в зависимости от возникающих растягивающих усилий внутри гибкой тяги 50.

На фиг. 4 изображена механика искусственного пальца 1, отличающаяся от механики на фиг. 1. Принципиальная конструкция, содержащая основание 10, шарнирно установленную на нем вокруг оси поворота 32 первую фалангу и шарнирно 45 установленную вокруг оси поворота 32 следующую фалангу 30, соответствует конструкции на фиг. 1. Посредством привода 41, передачи 42 и ходового винта 46 маточная гайка 45 перемещается вдоль него в направлении привода 42 и от него. Посредством гибкой тяги 50, проходящей по нескольким направляющим роликам 31,

60, 21, 11, происходит изменение его эффективной длины в зависимости от направления вращения и направления перемещения маточной гайки 45. Если она перемещается в направлении привода 41, то эффективная длина гибкой тяги 50 уменьшается, и фаланга 30 сгибается. Пружины 25, 15 с разной жесткостью служат для обеспечения последовательного прилегания соответствующих фаланг 20, 30 к захватываемому объекту.

Направляющий ролик 60 установлен вокруг оси вращения 61, вокруг которой с обеих сторон выполнены выступающие цапфы, в пазовой направляющей 63, которая выполнена в виде кулисной направляющей. Она выполнена в рамке 600, две рамки расположены с обеих сторон параллельно проходящей гибкой тяге 50 и размещают в себе цапфы направляющего ролика 60. Пазовая направляющая 63 имеет передний или дистальный участок, в котором в исходном положении установлены цапфы направляющего ролика 60. От этого переднего участка скос, проходящий под углом около 70° к направлению К усилия, ведет к участку скольжения, ориентированному, в основном, в направлении К усилия. Через двуплечий рычаг 700, установленный вокруг оси качания 71, ориентированной параллельно оси вращения 61 направляющего ролика 60, последний удерживается с цапфами на переднем участке. Обращенное от направляющего ролика 60 плечо рычага опирается через пружину сжатия 75 и вдавливает цапфы направляющего ролика 60 в кулисную направляющую 63.

Принцип действия этой конструкции от перегрузки более подробно поясняется с помощью фиг. 5 и 6. На фиг. 5 в увеличенном подробном виде изображено устройство из фиг. 4 в исходном положении. Пружина сжатия 75 опирается нижней тарелкой 752 на следующую фалангу (не показана), а верхней тарелкой 751 – на первое плечо 701 двуплечего рычага 700. Через ось поворота 71 пружина сжатия 75 нагружает двуплечий рычаг 700 в направлении часовой стрелки, так что направляющий ролик 60 вдавливается вторым плечом 702, имеющим криволинейный, обращенный к направляющему ролику 60 контур, в передний участок пазовой направляющей 63. Этот передний участок обеспечивает изменение положения направляющего ролика 60 вдоль скоса, наклоненного под углом α к направлению К усилия, причем направление К усилия установлено за счет ведения тягового органа 50 (не показан) и расположения направляющих роликов 21, 31. Угол α составляет в данном примере приблизительно 70° , и в зависимости от наклона скоса и увеличения или уменьшения угла α необходимы большие усилия в направлении К, чтобы создать силовую составляющую перпендикулярно направлению К, так что направляющий ролик 60 скользит на переднем участке вдоль него. За счет скоса, двуплечего рычага 700 и изогнутого контура его второго плеча 702 происходит увеличение сжимающего усилия пружины сжатия 75, а это приводит к тому, что можно выбрать относительно короткую пружину 75, чтобы создать достаточно высокие удерживающие усилия для направляющего ролика 60 в качестве предохранителя от перегрузки. Кроме того, благодаря геометрии рычага ход пружины сжатия 75 необязательно должен быть очень большим, поскольку за счет угла α между направлением К усилия и ориентацией скоса на первом участке большая часть усилия возникнет в результате трения кулисной направляющей 63, и нагруженная пружина сжатия 75 должна прикладывать лишь небольшую долю усилия.

Усилие натяжения пружины сжатия 75 возрастает также за счет имеющихся отношений рычагов. Отношение первого силового рычага a между осью качания 71 двуплечего рычага 700 и направлением изменения положения направляющего ролика вдоль переднего участка кулисной направляющей ко второму силовому рычагу b между местом ввода сжимающего усилия в первое плечо 701 двуплечего рычага 700 и осью

71 его качания составляет в данном примере 1:4, так что на ось вращения 61 направляющего ролика можно оказывать в несколько раз большее передаваемое усилие. Ось качания 71 двухплечего рычага 700 лежит ниже оси вращения 61 направляющего ролика 60 на переднем участке кулисной направляющей 63, благодаря 5 чему помимо передаваемого усилия требуется лишь небольшой ход пружины, чтобы обеспечить большой путь изменения положения в кулисной направляющей. Помимо низколежащего центра оси качания 71 второе плечо 702 рычага имеет наклонный контур, который обеспечивает в каждой точке изменение положения цапф направляющего ролика 60 определенный угол трения β .

10 На фиг. 6 изображен угол трения β между нижним контуром 710 второго плеча 702 в уже измененном положении направляющего ролика 60 (не показан) внутри кулисной направляющей 63. Виден также передний участок 631, ориентированный наклонно к направлению К усилия, и участок скольжения 632 внутри рамки 600. Обозначенная опорная цапфа направляющего ролика 60 с осью вращения 61 находится приблизительно 15 посередине участка скольжения 632, а между внутренним контуром 710 в точке прилегания второго рычага 702 и кулисной направляющей 63 образуется благодаря криволинейному контуру 710 угол трения β , который необходим для того, чтобы после 20 устранения перегрузки в исходное положение снова возвратились направляющий ролик 60 и фаланга 30. Для этого угол трения β выбран достаточно большим, в данном примере 12° , а этого достаточно, чтобы при устранении перегрузки за счет нажима сжатой пружины 75 через первое плечо 701 рычага вокруг оси качания 71 вызвать силовую составляющую против направления К усилия и вдоль пути движения опорных цапф направляющего ролика 60 внутри кулисной направляющей 63. Угол трения β 25 может быть постоянным по длине второго плеча 702 рычага, а в качестве альтернативы контур 710 может образовывать увеличивающийся или уменьшающийся угол трения β , чтобы достичь нужных возвратных свойств. Устранив перегрузку, за счет выбора угла трения β оказывают силовую составляющую в направлении переднего участка 631, чтобы вызвать возврат.

30 Изображенный вариант защиты от перегрузки на фиг. 4-6 приводит к тому, что по достижении усилия перегрузки происходит резкое срабатывание механизма, благодаря чему приложенное пальцем 1 захватное усилие резко ослабевает. Как только приложенное сгибающее усилие ослабнет или полностью прекратится, направляющий ролик 60 снова вернется в исходное положение на фиг. 5.

35 (57) Формула изобретения

1. Искусственный палец для протезирования и захватных устройств, содержащий основание (10), шарнирно установленную на основании (10) первую фалангу (20) пальца и по меньшей мере одну шарнирно установленную на первой фаланге (20) пальца 40 следующую фалангу (30), а также привод (40) для изменения положения следующей фаланги (30) относительно первой фаланги (20) и первой фаланги (20) относительно основания (10), отличающийся тем, что предусмотрен по меньшей мере один возвратный элемент (15, 25) для возврата в исходное положение первой фаланги (20) и следующей фаланги (30), а первая фаланга (20) нагружена отличным от следующей фаланги (30) возвратным усилием, причем в разгибаемой фаланге (20) пальца и/или следующей 45 фаланге (30) расположена точка переключения (Р) воздействия усилия между сгибанием и разгибанием, и точка воздействия усилия выполнена с возможностью изменения положения.

2. Палец по п. 1, отличающийся тем, что возвратный элемент (15, 25) связан с

устройством передачи усилий или выполнен в виде пружинящего элемента с отличающимися по его длине коэффициентами жесткости.

3. Палец по п. 1, отличающийся тем, что первая возвратная пружина (15) обеспечивает возвратными усилиями следующую фалангу (30) относительно первой фаланги (20) пальца, а вторая возвратная пружина (25) - первую фалангу (20) пальца относительно основания (10) в направлении исходного положения, причем коэффициенты жесткости возвратных пружин (15, 25) различны.

4. Палец по п. 3, отличающийся тем, что коэффициент жесткости первой возвратной пружины (15) выше коэффициента жесткости второй возвратной пружины (25).

5. Палец по одному из пп. 1-4, отличающийся тем, что с приводом (40) связана гибкая тяга (50), закрепленная на основании (10).

6. Палец по п. 5, отличающийся тем, что гибкая тяга (50) проходит под осью поворота (32) следующей фаланги (30).

7. Палец по п. 5, отличающийся тем, что гибкая тяга (50) проходит на следующей фаланге (30) вокруг по меньшей мере одного устройства (60) для изменения направления.

8. Палец по п. 7, отличающийся тем, что устройство (60) для изменения направления установлено на следующей фаланге (30) с возможностью перемещения или поворота.

9. Палец по п. 5, отличающийся тем, что гибкая тяга (50) нагружена в дистальном направлении натяжным усилием.

10. Палец по п. 1 или 2, отличающийся тем, что привод (40) выполнен в виде самостопорящегося линейного привода или нестопорящегося пневмопривода.

11. Палец по п. 1 или 2, отличающийся тем, что привод (40) содержит понижающий редуктор (42), связанный с роликом или винтовой передачей (44), на которой или которой закреплена гибкая тяга (50).

12. Палец по п. 1 или 2, отличающийся тем, что привод (40) расположен в первой фаланге (20) пальца или следующей фаланге (30).

13. Палец по п. 1 или 2, отличающийся тем, что на основании (10) или на первой фаланге (20) пальца расположены устройства для остеointегрированного закрепления искусственного пальца (1) или устройства для закрепления на роботах или

манипуляторах.

14. Искусственный палец, содержащий основание (10), шарнирно установленную на основании (10) первую фалангу (20) пальца и по меньшей мере одну шарнирно установленную на первой фаланге (20) пальца следующую фалангу (30), а также привод (40) для изменения положения следующей фаланги (30) относительно первой фаланги (20) пальца и первой фаланги (20) пальца относительно основания (10), отличающийся тем, что на основании (10) расположены устройства для остеointегрированного закрепления искусственного пальца (1), причем предусмотрено устройство управления для привода (40), которое на основе электромиографических импульсов или непосредственной связи с нервными путями управляет приводом (40).

15. Искусственный палец по п. 14, отличающийся тем, что предусмотрен по меньшей мере один возвратный элемент (15, 25) для возврата в исходное положение первой фаланги (20) и следующей фаланги (30), а первая фаланга (20) нагружена отличным от следующей фаланги (30) возвратным усилием.

16. Палец по п. 15, отличающийся тем, что возвратный элемент (15, 25) связан с устройством передачи усилий или выполнен в виде пружинящего элемента с отличающимися по его длине коэффициентами жесткости.

17. Палец по п. 15, отличающийся тем, что первая возвратная пружина (15) обеспечивает возвратными усилиями следующую фалангу (30) относительно первой

фаланги (20) пальца, а вторая возвратная пружина (25) - первую фалангу (20) пальца относительно основания (10) в направлении исходного положения, причем коэффициенты жесткости возвратных пружин (15, 25) различны.

5 18. Палец по п. 17, отличающийся тем, что коэффициент жесткости первой возвратной пружины (15) выше коэффициента жесткости второй возвратной пружины (25).

19. Палец по одному из пп. 15-18, отличающийся тем, что с приводом (40) связана гибкая тяга (50), закрепленная на основании (10).

20. Палец по п. 19, отличающийся тем, что гибкая тяга (50) проходит под осью поворота (32) следующей фаланги (30).

10 21. Палец по п. 19, отличающийся тем, что гибкая тяга (50) проходит на следующей фаланге (30) вокруг по меньшей мере одного устройства (60) для изменения направления.

22. Палец по п. 21, отличающийся тем, что устройство (60) для изменения направления установлено на следующей фаланге (30) с возможностью перемещения или поворота.

15 23. Палец по п. 19, отличающийся тем, что гибкая тяга (50) нагружена в дистальном направлении натяжным усилием.

24. Палец по п. 15 или 16, отличающийся тем, что привод (40) выполнен в виде самостопорящегося линейного привода или нестопорящегося пневмопривода.

20 25. Палец по п. 15 или 16, отличающийся тем, что привод (40) содержит понижающий редуктор (42), связанный с роликом или винтовой передачей (44), на котором или которой закреплена гибкая тяга (50).

26. Палец по п. 15 или 16, отличающийся тем, что привод (40) расположен в первой фаланге (20) пальца или следующей фаланге (30).

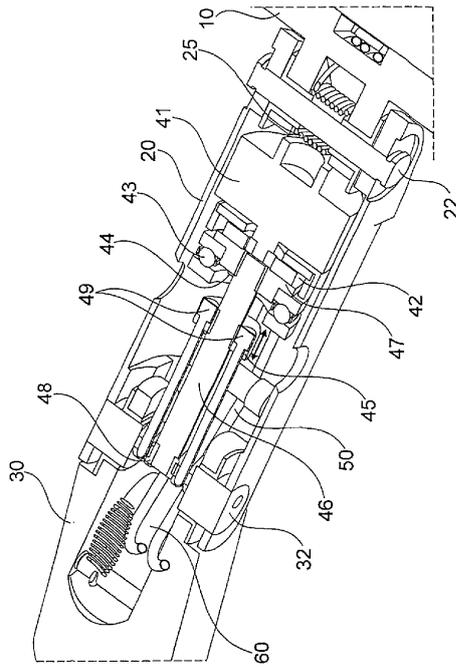
25 27. Палец по п. 15 или 16, отличающийся тем, что в разгибаемой фаланге (20) пальца и/или следующей фаланге (30) расположена точка переключения (Р) воздействия усилия между сгибанием и разгибанием, и точка воздействия усилия выполнена с возможностью изменения положения.

30

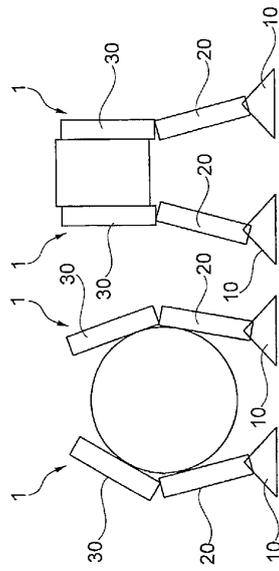
35

40

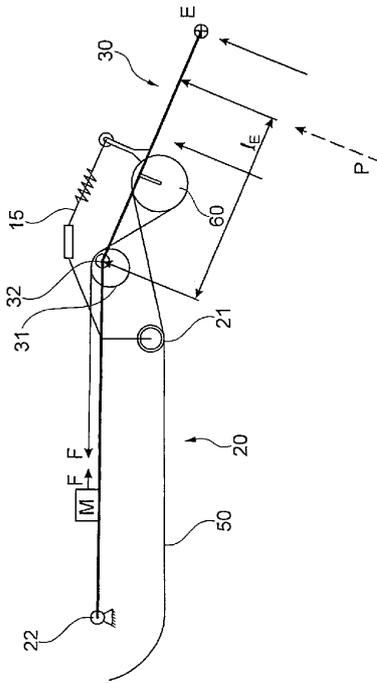
45



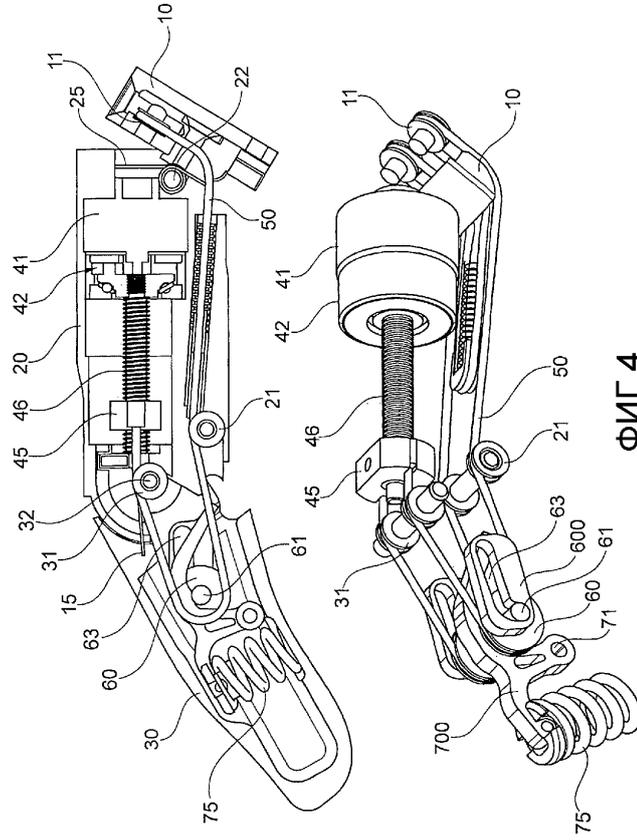
ФИГ. 2



ФИГ.3

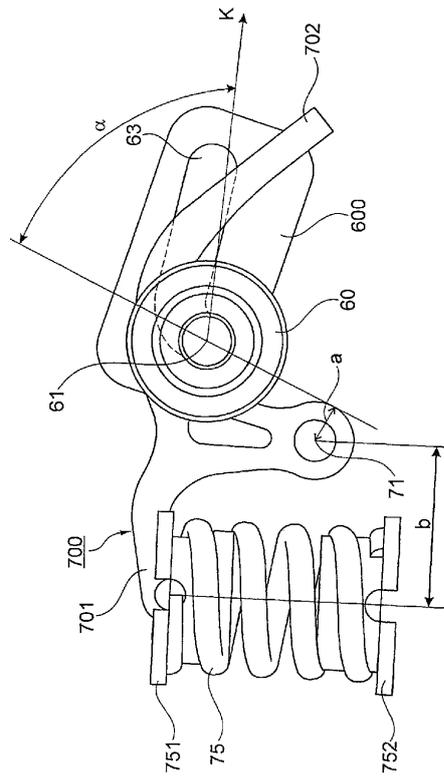


ФИГ.3а

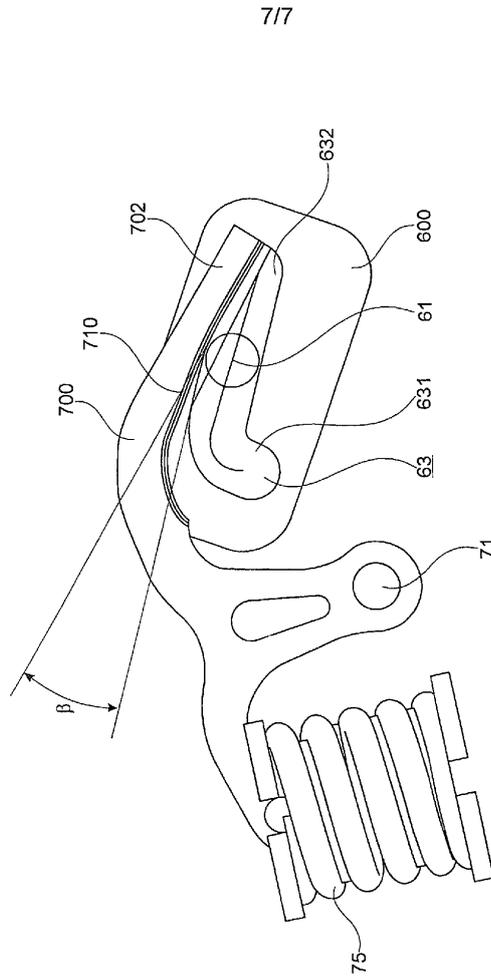


ФИГ.4

6/7



ФИГ. 5



ФИГ.6