

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **038440**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2021.08.30**

(51) Int. Cl. *A61F 2/66* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201992184**

(22) Дата подачи заявки  
**2018.03.09**

---

(54) **ПРОТЕЗ СТУПНИ С АМОРТИЗИРУЮЩИМ ЭЛЕМЕНТОМ**

---

(31) **1752217; 1761388**

(56) EP-A1-0487852  
US-A1-2005033450  
WO-A1-9641598  
EP-A1-0280004  
DE-B3-102014006571  
US-A1-2010023135

(32) **2017.03.17; 2017.11.29**

(33) **FR**

(43) **2020.02.29**

(86) **PCT/EP2018/055868**

(87) **WO 2018/166905 2018.09.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ПМ ЭНЖЕНЬЕРИ Э ДИЗАЙН (FR)**

(72) Изобретатель:  
**Пено Бенжамин (FR)**

(74) Представитель:  
**Фелицына С.Б. (RU)**

---

(57) Изобретение относится к протезу (1, 61) ступни, содержащему пятку (6, 71), мысок (7, 62) ступни, выполненные с возможностью опоры на опорную поверхность, и опору (2, 67) щиколотки. Согласно изобретению протез дополнительно содержит по меньшей мере один амортизирующий элемент (10, 76), выполненный с возможностью расположения на расстоянии от опорной поверхности.

**B1**

**038440**

**038440**

**B1**

Данное изобретение в целом относится к протезу ступни с амортизирующим элементом, внешний вид которого схож с внешним видом ступни человека. В частности, целью изобретения является увеличение срока службы протеза такого типа и одновременно повышение комфортности при ходьбе пользователя.

В настоящее время протезы ступни представляют собой неизбежное техническое решение при замене ампутированной ступни. Из уровня техники известны протезы ступни, описанные в источниках информации WO 9641598, EP 0280004 или US 2749557, пытающиеся воспроизвести анатомию ступни человека, однако главным недостатком таких протезов является то, что они не позволяют воспроизвести всю сложность различных, совершаемых стопой движений. Так, например, в описании изобретения к патенту US 2749557 раскрыта система щиколотки, позволяющая регулировать по высоте пятку протеза и позиционирование мыска ступни. Главный недостаток этой системы в том, что регулирование возможно только в отношении ограниченного количества положений. Кроме того такое использованное в протезе ступни решение не позволяет производить ни отдачу энергии, ни управление скручиванием ступни внутрь и наружу.

Также в уровне техники известны протезы ступни с пластинчатой пружиной из композитного материала, содержащего углеродные волокна, стекловолокна или арамидные волокна, позволяющей отдачу энергии, накопленной на фазе опоры протеза на опорную поверхность. Протез такого типа пытается воспроизвести движения ступни человека на фазах опоры или подъёма тела. Такой протез описан, например, в документе WO 20111066354. Основным недостатком таких протезов в том, что требуется устанавливать на пластинчатой пружине разные элементы для воссоздания эстетизма и анатомии ступни человека. Вместе с тем имеются также протезы ступни, использующие простую опорную пластину. Таким образом, применяется активная система, именуемая электронным протезом, оснащённая датчиками, позволяющими, в частности, обнаруживать момент опоры на опорную поверхность, и содержащая приводы на щиколотке и колене для натяжения ступни. Система такого типа описана, например, в документе US 2012/0191220.

Разные, известные в настоящее время протезы не позволяют воспроизвести в удовлетворительной степени кинематику ступни человека. Действительно, ходьба приводит в движение определённые группы мышц на стадии опоры, обеспечивая смягчение удара при совершении шага, а другие группы мышц на стадии ходьбы обеспечивает отдачу энергии. Протезы с пластиной позволяют накапливать и отдавать энергию относительно эффективно, однако зато им присущ недостаток, проявляющийся в отсутствии способности правильно приспосабливаться к опорной поверхности разного характера или на которой имеются выступы в виде гальки или камней. Кроме того они обладают способностью к быстрому износу вследствие трения при постоянном контакте протеза с опорной поверхностью.

Следовательно, задача изобретения состоит в увеличении срока службы протезов ступни и повышении комфортности при ходьбе пользователя.

При этом объектом изобретения является, в частности, протез ступни, содержащий пятку и мысок ступни, выполненные с возможностью опоры на опорную поверхность, а также опору щиколотки, причём протез ступни согласно изобретению дополнительно содержит по меньшей мере один амортизирующий элемент, выполненный с возможностью расположения на расстоянии от опорной поверхности. Предпочтительно амортизирующий элемент связывает мысок ступни с опорой щиколотки.

Согласно аспекту изобретения протез ступни содержит дополнительно подъем ступни, связывающий мысок ступни с опорой щиколотки.

Предпочтительно протез ступни содержит дополнительно средство для накопления и отдачи энергии, расположенное между мыском ступни и её подъемом.

Предпочтительно протез ступни содержит тягу, соединяющую подъем ступни с пяткой. Также предпочтительно амортизирующий элемент содержит первую точку изгиба и вторую точку изгиба.

Предпочтительно амортизирующий элемент имеет конец, соединённый с опорой щиколотки снаружи протеза ступни.

Согласно другому аспекту изобретения амортизирующий элемент имеет конец, соединённый с опорой щиколотки внутри протеза ступни.

Предпочтительно опора щиколотки содержит дополнительно средство регулировки, установленное снаружи или внутри опоры щиколотки.

Согласно другому аспекту изобретения протез ступни содержит протез ступни согласно изобретению.

Изобретение станет более понятно при чтении приводимого ниже описания со ссылками на приложенные фигуры, на которых изображено:

на фиг. 1 - пример выполнения протеза ступни согласно изобретению, выполненного с возможностью использования обуви с низким каблуком, вид в перспективе;

на фиг. 2 показан протез, изображенный на фиг. 1, вид сбоку;

на фиг. 3 показан протез, изображенный на фиг. 1, выполненный с возможностью использования обуви с высоким каблуком, вид сбоку;

на фиг. 4 детально показан механизм протеза ступни, изображенный на фиг. 1;

на фиг. 5 детально показан другой механизм протеза, изображенного на фиг. 1;

на фиг. 6 показан другой вариант выполнения протеза ступни согласно изобретению, вид сбоку;  
на фиг. 7 показан амортизирующий элемент протеза ступни, изображенного на фиг. 6, вид в перспективе.

На фиг. 1 приведён пример выполнения протеза 1 ступни согласно изобретению, содержащего опору 2 щиколотки, позволяющую протезу 1 ступни пригнаться к щиколотке пациента, соединённую в своей нижней части с подъемом 4 ступни посредством механизма 3. Как хорошо показано на фиг. 5, механизм 3 содержит первую пару тяг 3а, расположенную внутри протеза 1 ступни, и вторую пару тяг 3б, расположенную снаружи протеза 1 ступни. Первая пара тяг 3а шарнирно установлена вокруг шарнирного соединительного звена 3с, вторая пара тяг 3б - вокруг шарнирного соединительного звена 3д. На фиг. 1 и 2 можно также видеть тягу 5, шарнирно соединённую с подъемом 4 ступни посредством оси 5а в виде шарнирного соединительного звена и с пяткой 6 с помощью оси 5б также в виде шарнирного соединительного звена. Тяга 5 позволяет передавать усилие от пятки 6 в момент её касания опорной поверхности на подъем 4 ступни. Пятка 6 также сочленена с опорой 2 щиколотки посредством оси 2а типа шарнирного соединительного звена. Протез 1 ступни содержит кроме того мысок 7 ступни, соединённый с подъемом 4 ступни с помощью соединительного элемента 8 карданного типа. Этот карданный шарнир 8 содержит первый шарнир 8а типа шарнирного соединительного звена, образуя первую ось, перпендикулярную к плоскости симметрии мыска 7 ступни, и второй шарнир 8б типа шарнирного соединительного звена, образуя вторую ось. Вторым шарниром 8б также содержит пружину 9. Согласно другим вариантам осуществления пружина 9 может быть заменена гидравлическим или пневматическим амортизатором или любым другим средством, обеспечивающим регулируемую жёсткость амортизации для приведения в соответствие с ходьбой по желанию пациента, например со спортивной или городской ходьбой.

Кроме того протез 1 ступни содержит пластину 10 из композитного материала, состоящего из углеродных волокон, обеспечивающую амортизацию при опоре на пятку и накопление энергии. Согласно другому варианту осуществления пластина 10 может быть выполнена из алюминиевого сплава, рессорной стали или любого другого материала с механическими свойствами, обеспечивающими накопление и отдачу энергии. Пластина 10 соединена с мыском 7 ступни с помощью шарнира 12 в виде шарнирного соединительного звена и с опорой щиколотки посредством системы 11 регулировки, в которую заведён конец 10а пластины 10. Система 11 регулировки, содержащая механическое блокирующее устройство, позволяет регулировать углы сгибания назад и подошвенного сгибания, угол скручивания ступни внутрь и наружу, угол мыска 7 ступни относительно горизонта и высоту протеза ступни. Такая регулировка достигается посредством разблокировки системы 11 регулировки и временным высвобождением пластины 10, которая при этом может перемещаться снизу вверх, а также под углом к продольной оси щиколотки 2. Следовательно, возможно регулировать угол наклона подъема 4 ступни, высоту пятки 6, отвечающей таким образом на подошвенное сгибание, и угол наклона мыска 7 подошвы по отношению к опорной поверхности. Таким образом, система 11 регулировки обеспечивает точную установку, соответствующую особенностям пациента и критериям пользования, комфортности и условиям окружающей среды.

На фиг. 2 показан протез 1 ступни, отрегулированный для возможности ношения обуви с низким каблуком, при этом пятка 6 находится в нижнем положении.

На фиг. 3 показан тот же протез ступни, что и на фиг. 2, но отрегулированный в расчёте на пациента, который может носить обувь на высоком каблуке.

Согласно варианту осуществления, представленному на фиг. 1-5, показана пластины 10 в виде ориентированной вниз Y, содержащая первое плечо на поверхности протеза 1 ступни и второе плечо внутри протеза 1 ступни. Третья ветвь Y, образуемая пластиной 10, расположена в системе 11 регулировки. Согласно другому варианту осуществления изобретения пластина 10 может состоять только из одной пластины. В другом отличающемся варианте осуществления система регулировки содержит первый привод, обеспечивающий в реальном времени регулировку высоты пластины 10 по отношению к опорной поверхности, и второй привод, позволяющий регулировать наклон пластины 10 относительно горизонтали. Эти приводы могут быть, например, электрическими моторами или сервоприводами. Датчики усилия установлены на уровне пятки 6, мыска 7 ступни, пружины 9 и пластины 10. Информация от этих датчиков обрабатывается в режиме реального времени компьютером для обеспечения регулировки протеза 1 ступни посредством системы 11 регулировки. Согласно этому варианту осуществления не требуется, чтобы пациент занимался регулировкой протеза 1 ступни в том случае, когда меняются условия ходьбы, при этом оптимальная регулировка выполняется непосредственно системой 11 регулировки. Пластина 10 выполнена таким образом, что она удалена от опорной поверхности для исключения контакта с ней. Этим достигается то преимущество, что исключается износ вследствие трения пластины 10 и, следовательно, существенно возрастает продолжительность срока службы протеза 1 ступни.

Далее будет описана работа протеза 1 ступни при совершении шага пациентом или роботом, когда на нём установлен протез 1 ступни. В первый момент пятка 6 приходит в контакт с опорной поверхностью, передавая усилие посредством тяги 5 на пластину 10, которая деформируется, накапливает энергию и амортизирует шаг. Тяга 5 передаёт усилие в сторону пятки 6 и на подъем 4 ступни, которым мысок 7 ступни направляется на опорную поверхность посредством кардана 8. Пружина 9 сжимается и также аккумулирует энергию. Таким образом, протез 1 ступни оказывает стабилизирующее воздействие на

скручивание ступни внутрь и наружу даже в том случае, когда поверхность имеет значительную неоднородность или неровность, такие как спуск, подъём или галька.

В том случае, когда пациент или робот поднимает протез 1 ступни для совершения следующего шага, накопленная энергия в пластине 10 и пружине 9 отдаётся в помощь пациенту или роботу для подъёма протеза 1 ступни. Пациент или робот обретает таким образом отданную энергию, подобную той, которая присуща ступне человека.

Следует отметить, что разные детали, образующие протез 1 ступни согласно изобретению, необходимо подбирать, в частности, в отношении размеров, с учётом параметров пациента или робота, для которых он предназначен, таких как вес, рост и характер ходьбы.

На фиг. 6 схематично показан другой вариант осуществления протеза согласно изобретению. На этой фигуре можно видеть протез 61 ступни, содержащий мысок 62 ступни и подъем 63 ступни, соединённые между собой соединительным элементом типа кардана 64. Кардан 64 содержит первый шарнир 66а типа шарнирного соединительного звена, встроенного в мысок 62 ступни, и второй шарнир 66б, также типа шарнирного соединительного звена, встроенного в подъем 63 ступни. Стержень второго шарнира 66б содержит дополнительно пружину 65. На фиг. 6 можно видеть ось X и ось Y, расположенные перпендикулярно между собой. Шарнир 66а имеет свою ось вращения, перпендикулярную к плоскости X-Y, образованной осями X и Y, шарнир 66б имеет свою ось вращения, перпендикулярную оси вращения шарнира 66а. Назначение пружины 65 то же, что и в варианте осуществления, описанном на фиг. 1-5. Она может быть заменена предпочтительно гидравлическим, пневматическим или масляно-пневматическим амортизатором или любым другим средством, обеспечивающим регулируемую жёсткость амортизации для приведения в соответствие с типом желаемой походки. Кроме того, подъем 63 ступни соединен с опорой 67 щиколотки посредством соединительного элемента 68. Соединительный элемент 68 имеет первую ось 69, перпендикулярную плоскости X-Y, образуя первое шарнирное соединительное звено с опорой 67 щиколотки, и вторую ось 70 (не показана), также перпендикулярную плоскости X-Y, образуя второе шарнирное соединительное звено с подъемом 63 ступни. Соединительный элемент 68 состоит из одной детали, обеспечивающей таким образом жёсткость протеза 61 ступни. Подъем 63 ступни также соединен с пяткой 71 с помощью тяги 72. Тяга 72 содержит первое шарнирное соединительное звено 73, соединяющее её с подъемом 63 ступни и имеющее свою ось вращения, перпендикулярную плоскости X-Y, и второе шарнирное соединительное звено 74, соединяющее её с пяткой 71, также имеющее свою ось вращения, перпендикулярную плоскости X-Y. Пятка 71 шарнирно соединена с опорой 67 щиколотки посредством шарнирного соединительного звена 75. Также протез 61 содержит амортизирующий элемент 76, непосредственно связывающий мысок 62 ступни с опорой 67 щиколотки. Этот амортизирующий элемент 76 представляет собой альтернативу по отношению к пластине 10 протеза 1 ступни, изображенной на фиг. 1. Амортизирующий элемент 76 выполнен с возможностью расположения на расстоянии от опорной поверхности для исключения контакта с ней. Это обеспечивает то преимущество, что исключается истирание вследствие трения амортизирующего элемента 76 и таким образом существенно возрастает срок службы протеза 61 ступни.

На фиг. 7 схематически и в перспективе изображён амортизирующий элемент 76. Он состоит из части 78, образующей плоскость, связанную с мыском ступни посредством шарнирного соединительного звена 77. Амортизирующий элемент 76 содержит дополнительно первую точку 79 изгиба и вторую точку 80 изгиба. Преимущество такой конфигурации с двумя точками изгиба состоит в улучшении вертикальной амортизации. Материалом для амортизирующего элемента 76 может служить металл, например сталь, или полимер, или любой другой материал, обеспечивающий амортизацию и накопление энергии при опоре протеза 61 на опорную поверхность и при ходьбе пациента или робота. Кроме того, амортизирующий элемент 76 имеет конец 76а, расположенный во внутреннем регулирующем средстве 81 протеза 61 ступни. Внутреннее регулирующее средство 81 содержит механизм механической блокировки, такой, как, например, зажимный винт. В том случае, когда требуется произвести регулировку протеза 61 ступни, разблокируют внутреннее регулирующее средство 81 для смещения амортизирующего элемента 76. Согласно другому варианту осуществления регулирующее средство содержит привод для непосредственной регулировки амортизирующего элемента 76 на основе информации, поступающей, например, от компьютера. Этим приводом может служить, например, электрический мотор или сервомотор.

Как уже упоминалось, протез ступни согласно изобретению может найти применение также в робототехнике. Действительно, в ней применяются искусственные ступни для того, чтобы человекоподобные роботы могли ходить подобно человеку. Эти ступни робота обычно выполняются в виде простой опорной пластины, которая может быть легко заменена протезом 1 или 61 ступни. Протез ступни согласно изобретению может также непосредственно встраиваться в робота в процессе его изготовления.

Одним из преимуществ изобретения является то, что пластина 10 или амортизирующий элемент 76 не находятся в контакте с опорной поверхностью, следовательно существенно удлиняется срок службы по сравнению с известными протезами, содержащими пластину, находящуюся в прямом контакте с опорной поверхностью и подвергающуюся постоянному трению и следовательно быстрому истиранию. Другое преимущество изобретения по сравнению с существующими протезами с пластиной в том, что не требуется применять носок, например, из силикона, для защиты протеза от наружных вредных факторов,

например от пыли, и для воспроизведения формы ступни человека.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Протез (1, 61) ступни, содержащий пятку (6, 71), мысок (7, 62) ступни, выполненные с возможностью опоры на опорную поверхность, и опору (2, 67) щиколотки, отличающийся тем, что он дополнительно содержит

по меньшей мере один амортизирующий элемент (10, 76), выполненный с возможностью расположения на расстоянии от опорной поверхности,

подъем (4, 63) ступни, соединяющий мысок (7, 62) ступни с опорой (2, 67) щиколотки, тягу (72), соединяющую подъем (4, 63) ступни с пяткой (6, 71).

2. Протез (1, 61) ступни по п.1, отличающийся тем, что амортизирующий элемент (10, 76) непосредственно связывает мысок (7, 62) ступни с опорой (2, 67) щиколотки.

3. Протез (1, 61) ступни по п.1 или 2, отличающийся тем, что он дополнительно содержит средство накопления и отдачи энергии, расположенное между мыском (7, 62) ступни и подъемом (4, 63) ступни.

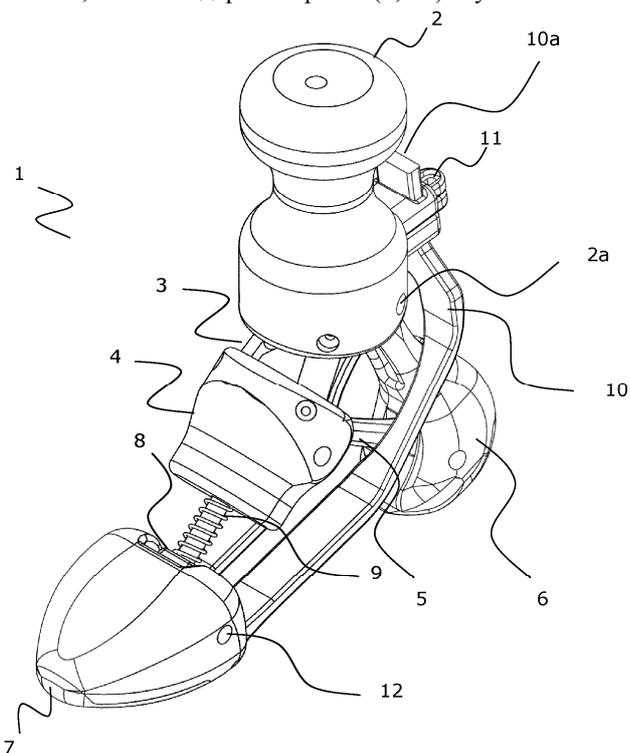
4. Протез (1, 61) ступни по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что амортизирующий элемент (10, 76) содержит первую точку (79) изгиба и вторую точку (80) изгиба.

5. Протез (1, 61) ступни по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что амортизирующий элемент (10, 76) имеет конец (10а), соединённый с опорой (2, 67) щиколотки снаружи протеза (1, 61) ступни.

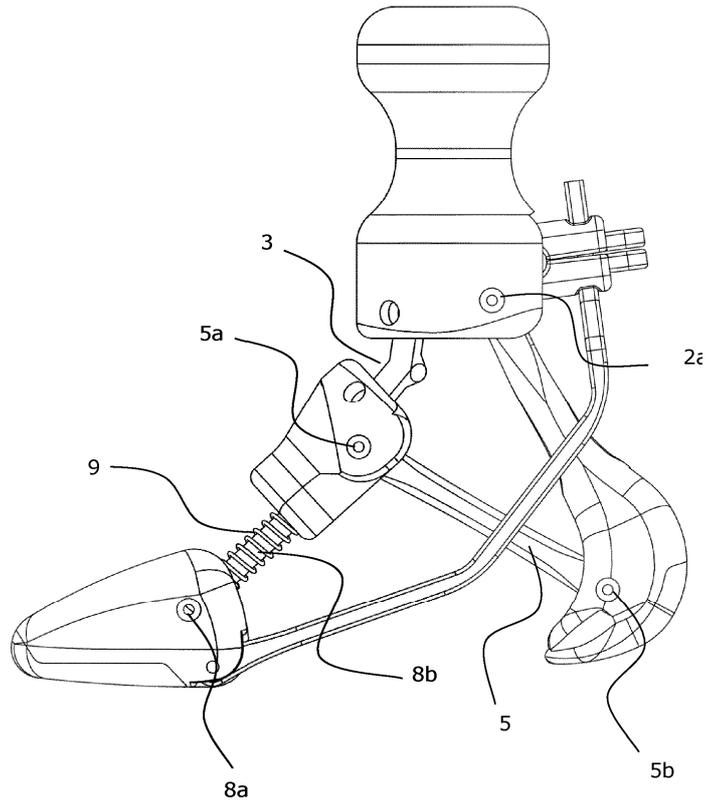
6. Протез (1, 61) ступни по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что амортизирующий элемент (10, 76) имеет конец (76а), соединённый с опорой (2, 67) щиколотки внутри протеза (1, 61) ступни.

7. Протез (1, 61) ступни по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что опора (2, 67) щиколотки дополнительно содержит регулирующее средство (11, 81), расположенное снаружи или внутри опоры (2, 67) щиколотки.

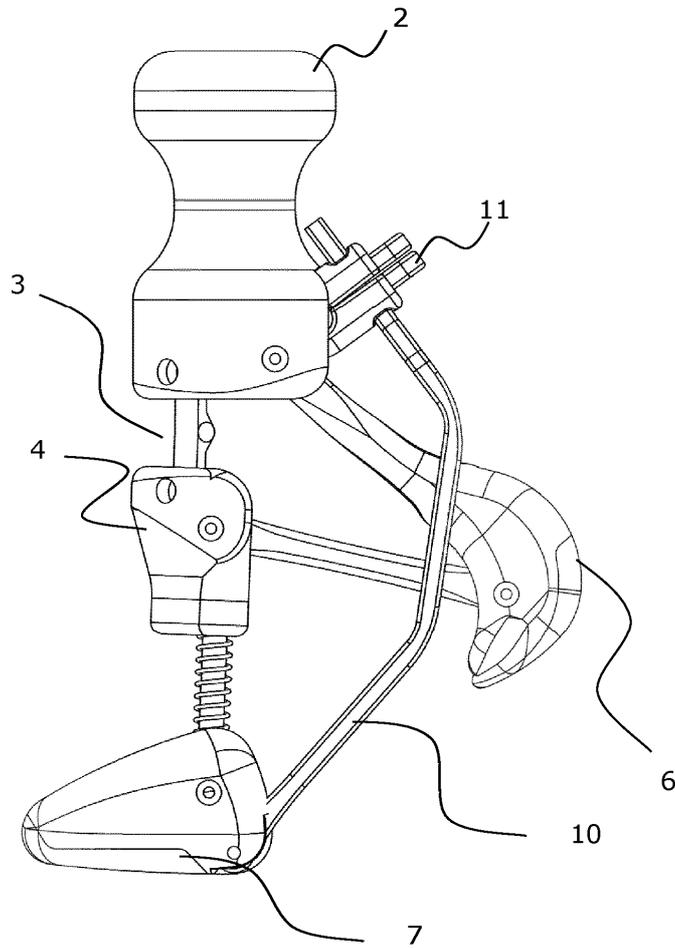
8. Робот, отличающийся тем, что он содержит протез (1, 61) ступни по любому из пп.1-7.



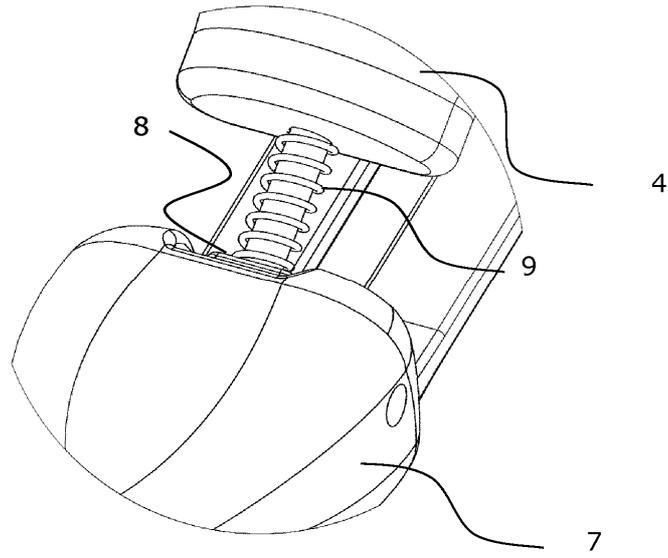
Фиг. 1



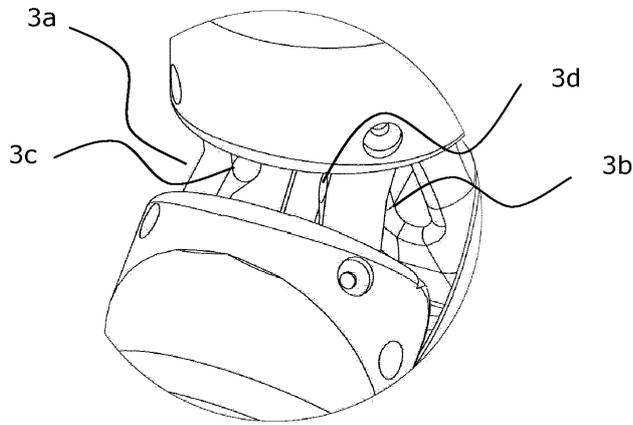
Фиг. 2



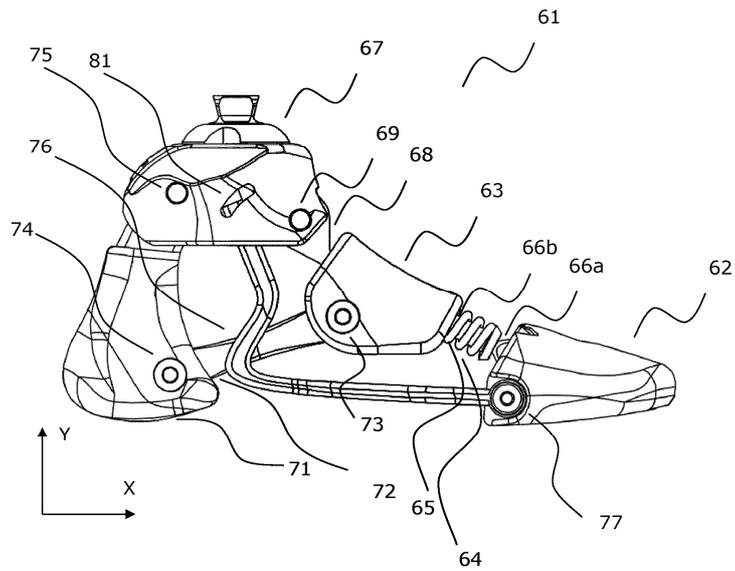
Фиг. 3



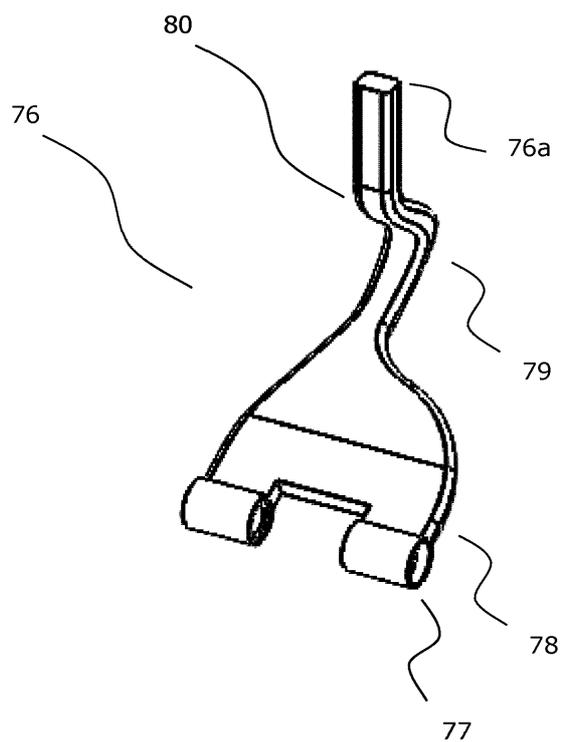
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

