



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61B 17/07207 (2006.01); A61B 2017/00115 (2006.01); A61B 2017/00398 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2015134557, 15.01.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.01.2014Дата регистрации:
14.05.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
18.01.2013 US 13/745,176

(43) Дата публикации заявки: 28.02.2017 Бюл. № 7

(45) Опубликовано: 14.05.2018 Бюл. № 14

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 18.08.2015(86) Заявка РСТ:
US 2014/011627 (15.01.2014)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2014/113438 (24.07.2014)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):

ЙЭЙТС Дэвид К. (US),
ХЬЮТЕМА Томас В. (US),
ШЕЛТОН Фредерик Э. IV (US)

(73) Патентообладатель(и):

ЭТИКОН ЭНДО-СЕРДЖЕРИ, ИНК. (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: EP 2165660 A2, 24.03.2010.
EP2005243 A2, 23.05.2013. US 2009/057369 A1,
05.03.2009. SU 1225540 A, 23.04.1986.

(54) ХИРУРГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицинской технике. Хирургический режущий и сшивающий инструмент содержат концевой эффектор с подвижным пусковым элементом, электрический двигатель с множеством обмоток для активации пускового элемента и цепь управления, которая содержит: источник питания, устройство накопления заряда и средство управления. Средство управления обеспечивает в первом случае присоединение электрического двигателя к источнику питания для подачи питания на двигатель от источника питания. Во втором случае средство управления обеспечивает

присоединение электрического двигателя к источнику питания для подачи питания на двигатель от источника питания и одновременного присоединения устройства накопления заряда к источнику питания не последовательно с двигателем для зарядки устройства накопления заряда. В третьем случае средство управления обеспечивает последовательное присоединение устройства накопления заряда к источнику питания для подачи питания на электрический двигатель от источника питания и устройства накопления заряда. 9 з.п. ф-лы, 26 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

A61B 17/07207 (2006.01); *A61B 2017/00115* (2006.01); *A61B 2017/00398* (2006.01)(21)(22) Application: **2015134557**, **15.01.2014**(24) Effective date for property rights:
15.01.2014Registration date:
14.05.2018

Priority:

(30) Convention priority:
18.01.2013 US 13/745,176(43) Application published: **28.02.2017** Bull. № 7(45) Date of publication: **14.05.2018** Bull. № 14(85) Commencement of national phase: **18.08.2015**(86) PCT application:
US 2014/011627 (15.01.2014)(87) PCT publication:
WO 2014/113438 (24.07.2014)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**JEJTS Devid K. (US),
KHYUTEMA Tomas V. (US),
SHELTON Frederik E. IV (US)**

(73) Proprietor(s):

ETIKON ENDO-SERDZHERI, INK. (US)(54) **MOTORISED SURGICAL INSTRUMENT**

(57) Abstract:

FIELD: medical equipment.

SUBSTANCE: invention relates to medical equipment. Surgical cutting and stapling instruments comprise an end effector comprising a moveable firing member, an electric motor with a plurality of windings for actuating the firing member and a control circuit, which comprises: a power source, a charge accumulator device and control means. Control means provides in the first case connection of the electric motor to the power source for supplying power to the motor from the power source. In the second case, the control means ensure that the electric motor is connected to the power

source for supplying power to the motor from the power source and simultaneous connection of charge accumulator device to the power source not in series with the motor for charging the charge accumulator device. In the third case, the control means provide series connection of the charge accumulator device to the power source for supplying power to the electric motor from the power source and the charge accumulator device.

EFFECT: surgical cutting and stapling tool is proposed.

10 cl, 26 dwg

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА СМЕЖНЫЕ ЗАЯВКИ

НАСТОЯЩАЯ ЗАЯВКА ЯВЛЯЕТСЯ ЧАСТИЧНЫМ ПРОДОЛЖЕНИЕМ
ЗАЯВКИ, ИСПРАШИВАЮЩЕЙ ПРИОРИТЕТ СОГЛАСНО § 120 РАЗДЕЛА 35

5 СВОДА ЗАКОНОВ США ПО ПРИНАДЛЕЖАЩЕЙ ТЕМ ЖЕ АВТОРАМ,
ОДНОВРЕМЕННО НАХОДЯЩЕЙСЯ НА РАССМОТРЕНИИ ЗАЯВКИ НА ПАТЕНТ
США С СЕР. № 13/021,876, ПОДАННОЙ 7 ФЕВРАЛЯ 2011 Г., ОЗАГЛАВЛЕННОЙ
«ХИРУРГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ», АВТОРЫ DAVID
C. YATES, THOMAS W. HUIТЕМА, FREDERICK E. SHELTON, IV И BRETT E.
10 SWENSGARD, ПАТЕНТНАЯ ПУБЛИКАЦИЯ США № US-2011/0125177-A1, КОТОРАЯ
ЯВЛЯЕТСЯ ПРОДОЛЖЕНИЕМ ЗАЯВКИ НА ПАТЕНТ, ИСПРАШИВАЮЩЕЙ
ПРИОРИТЕТ СОГЛАСНО § 120 РАЗДЕЛА 35 СВОДА ЗАКОНОВ США ПО
ПРИНАДЛЕЖАЩЕЙ ТЕМ ЖЕ АВТОРАМ ЗАЯВКИ НА ПАТЕНТ США С СЕР. №
12/235,972, ПОДАННОЙ 23 СЕНТЯБРЯ 2008 Г., ОЗАГЛАВЛЕННОЙ
15 «ХИРУРГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ», АВТОРЫ DAVID
C. YATES, THOMAS W. HUIТЕМА, FREDERICK E. SHELTON, IV И BRETT E.
SWENSGARD, ПАТЕНТНАЯ ПУБЛИКАЦИЯ США № US-2010/0076475-A1, ПОЛНЫЕ
ОПИСАНИЯ КОТОРЫХ ВКЛЮЧЕНЫ В НАСТОЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ПУТЕМ
ССЫЛКИ.

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

20 Хирургические сшивающие инструменты применялись на предыдущем уровне
техники, чтобы одновременно выполнять продольный разрез ткани и устанавливать
линии скоб на противоположных сторонах разреза. Такие инструменты обычно
включают пару взаимодействующих элементов бранши, которые, если инструмент
предназначен для эндоскопического или лапароскопического применения, могут
25 проходить через канал канюли. Один из элементов бранши принимает кассету со
скобами, имеющую по меньшей мере два латерально расположенных ряда скоб. Другой
элемент бранши образует упор, имеющий углубления для формирования скоб,
выровненные с рядами скоб в кассете. Такие инструменты, как правило, включают
множество возвратно-поступательно перемещающихся клиньев, которые, двигаясь
30 дистально, проходят через отверстия в кассете со скобами и зацепляют выталкиватели,
поддерживающие скобы, для выполнения запуска скоб к упору.

Пример хирургического сшивающего инструмента, подходящего для
эндоскопического применения, описан в опубликованной заявке на патент США, пуб.
№ 2004/0232196 A1, озаглавленной «Хирургический сшивающий инструмент, имеющий
35 отдельные различные системы прижимания и пуска», описание которой включено в
настоящий документ путем ссылки. В процессе применения врач может прижать
элементы бранши сшивающего инструмента к ткани, чтобы расположить ткань перед
пуском. Если врач определил, что элементы бранши удерживают ткань надлежащим
образом, врач может запустить хирургический сшивающий инструмент, таким образом
40 рассекая и сшивая ткань. Одновременные стадии рассечения и сшивания исключают
осложнения, которые могут возникать при последовательном выполнении этих действий
различными хирургическими инструментами, которые, соответственно, только
рассекают или сшивают.

Хирургические режущие и сшивающие инструменты с двигателем с электропитанием,
45 в которых двигатель подает питание на режущий инструмент, также известны на
предыдущем уровне техники, например, как описано в опубликованной заявке на патент
США, пуб. № 2007/0175962 A1, озаглавленной «Хирургический режущий и сшивающий
инструмент с приводом с тактильной обратной связью о расположении», которая

включена в настоящий документ путем ссылки. В этой публикации аккумуляторная батарея в рукоятке применяется для подачи электропитания на двигатель.

ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

5 В одном общем аспекте варианты осуществления настоящего изобретения относятся к хирургическим инструментам с электроприводом. Инструменты могут представлять собой эндоскопические инструменты, такие как линейные эндоскопические рассекатели или дисковые рассекатели, либо лапароскопические инструменты. Инструменты могут состоять из скоб и/или РЧ-электродов для сшивания ткани, зафиксированной в концевом эффекторе.

10 Несколько вариантов осуществления, описанных в настоящем документе, относятся к беспроводным инструментам с двигателем с электропитанием. В одном варианте осуществления инструмент содержит устройство накопления заряда, отдельное от аккумуляторной батареи, которое обеспечивает подачу дополнительного питания на электрический двигатель при необходимости. Устройство накопления заряда может
15 быть исходно заряженным от аккумуляторной батареи. Затем оно может быть отключено до того момента, когда потребуется дополнительное питание от устройства накопления заряда. В этот момент устройство накопления заряда соединяют последовательно с аккумуляторной батареей для обеспечения подачи дополнительного питания на двигатель.

20 В другом варианте осуществления двигатель может содержать по меньшей мере две обмотки. В одном режиме эксплуатации обмотки соединены последовательно, а в другом режиме эксплуатации обмотки соединены параллельно. Когда обмотки соединены последовательно, двигатель может иметь высокую скорость и низкий
25 вращающий момент. Когда обмотки соединены параллельно, двигатель может иметь низкую скорость и высокий вращающий момент. Таким образом, например, двигатель может демонстрировать оба режима эксплуатации, и при этом инструмент не имеет множество двигателей.

В еще одном варианте осуществления в инструменте используется сменная (возможно, перезаряжаемая) батарея для подачи электропитания на двигатель. Батарея может
30 содержать множество элементов аккумуляторной батареи. Первый набор элементов аккумуляторной батареи может быть соединен в батарее последовательно и второй набор элементов аккумуляторной батареи может быть соединен в батарее последовательно, однако внутри батареи первый набор не присоединен последовательно ко второму набору. Наоборот, инструмент может содержать элемент аккумуляторной
35 батареи, соединенный в рукоятке, например, которая соединяет последовательно первый набор со вторым набором, когда батарею устанавливают или помещают в инструмент.

Эти и другие преимущества настоящего изобретения станут очевидными из приведенного ниже описания.

ЧЕРТЕЖИ

40 В настоящем документе в качестве примера описаны различные варианты осуществления настоящего изобретения в сочетании со следующими чертежами, где: на Фиг. 1 и 2 представлены виды в перспективе хирургического режущего и сшивающего инструмента в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения;

45 на Фиг. 3-5 представлены виды с пространственным разделением компонентов концевой эффектора и стержня инструмента в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения;

на Фиг. 6 представлен вид сбоку концевой эффектора в соответствии с различными

вариантами осуществления настоящего изобретения;

на Фиг. 7 представлен вид с пространственным разделением компонентов рукоятки инструмента в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения;

5 на Фиг. 8 и 9 представлены частичные виды в перспективе рукоятки в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения;

на Фиг. 10 представлен вид сбоку рукоятки в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения;

10 на Фиг. 11 представлена принципиальная схема цепи, применяемой в инструменте в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения;

на Фиг. 12-14 и 17 представлены принципиальные схемы цепей, применяемых для подачи питания на двигатель инструмента в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения;

15 на Фиг. 15 представлена блок-схема, показывающая схему управления зарядом в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения;

на Фиг. 16 представлена блок-схема, показывающая заряжающую базу в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения;

на Фиг. 18 показана типичная кривая мощности аккумуляторной батареи;

20 на Фиг. 19А, 19В, 19С и 20 представлены принципиальные схемы цепей, применяемых в инструменте в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения;

на Фиг. 21 и 23 представлены схемы инструментов в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения; и

25 на Фиг. 22 и 24 представлены схемы батарей в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения.

ОПИСАНИЕ

На Фиг. 1 и 2 изображен хирургический режущий и сшивающий инструмент 10 в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения.

30 Проиллюстрированный вариант осуществления является эндоскопическим инструментом и, в целом, варианты осуществления инструмента 10, описанные в настоящем документе, представляют собой эндоскопические хирургические режущие и сшивающие инструменты. Тем не менее, следует отметить, что в соответствии с другими вариантами осуществления настоящего изобретения инструмент может представлять собой неэндоскопический хирургический режущий и сшивающий инструмент, такой как лапароскопический инструмент.

Хирургический инструмент 10, изображенный на Фиг. 1 и 2, содержит рукоятку 6, стержень 8 и шарнирный концевой эффектор 12, шарнирно соединенный со стержнем 8 шарнирным сочленением 14. Устройство 16 управления шарниром может быть обеспечено смежно с рукояткой 6 для выполнения вращения концевой эффектора 12 на шарнирном сочленении 14. В проиллюстрированном варианте осуществления концевой эффектор 12 выполнен с возможностью работы в качестве эндокатера для зажатия, рассечения и сшивания ткани, хотя в других вариантах осуществления можно применять другие типы концевых эффекторов, такие как концевые эффекторы для других типов хирургических устройств, таких как зажимы, рассекатели, сшивающие 40 инструменты, клипсонакладыватели, устройства доступа, устройства для введения медикаментов/генной терапии, ультразвуковые, РЧ или лазерные устройства и т. д. Дополнительную информацию об РЧ устройствах можно найти в патенте '312.

Рукоятка 6 инструмента 10 может включать закрывающий спусковой механизм 18

и пусковой крючок 20 для активации концевой эффектора 12. Следует понимать, что инструменты, имеющие концевые эффекторы, относящиеся к различным хирургическим манипуляциям, могут иметь разные количества или типы спусковых механизмов или иных подходящих устройств управления для эксплуатации концевой эффектора 12.

5 Концевой эффектор 12 показан отделенным от рукоятки 6 предпочтительно удлиненным стержнем 8. В одном варианте осуществления врач или оператор инструмента 10 может шарнирно поворачивать концевой эффектор 12 относительно стержня 8, используя устройство 16 управления шарниром, как более подробно описано в опубликованной заявке на патент США, пуб. № 2007/0158385 A1, озаглавленной «Хирургический
10 инструмент, имеющий шарнирный концевой эффектор», авторы Geoffrey C. Hueil et al., которая включена в настоящий документ путем ссылки.

В этом примере концевой эффектор 12 включает, помимо прочего, канал 22 для скоб и шарнирно поступательно перемещаемый зажимной элемент, такой как упор 24, между которыми поддерживается разнесение, обеспечивающее эффективное сшивание и
15 рассечение ткани, зажатой в концевом эффекторе 12. Рукоятка 6 включает пистолетную рукоятку 26, к которой врач шарнирно втягивает закрывающий спусковой механизм 18, чтобы вызвать зажатие или прижимание упора 24 к каналу 22 для скоб концевой эффектора 12, чтобы таким образом зажать ткань, расположенную между упором 24 и каналом 22. Пусковой крючок 20 находится дальше снаружи закрывающего
20 спускового механизма 18. Когда закрывающий спусковой механизм 18 фиксируется в положении закрытия, как дополнительно описано ниже, пусковой крючок 20 может слегка повернуться к пистолетной рукоятке 26, так чтобы оператор мог дотянуться до него одной рукой. Затем оператор может шарнирно втянуть пусковой крючок 20 к пистолетной рукоятке 12, чтобы вызвать сшивание и рассечение зажатой ткани в
25 концевом эффекторе 12. В других вариантах осуществления помимо упора 24 можно применять другие типы зажимных элементов, такие как, например, противоположная бранша и т. д.

Следует понимать, что термины «проксимальный» и «дистальный» применяются в настоящем документе в отношении врача, удерживающего рукоятку 6 инструмента 10.
30 Так, концевой эффектор 12 является дистальным по отношению к более проксимальной рукоятке 6. Следует также понимать, что для удобства и ясности такие пространственные термины как «вертикальный» и «горизонтальный» применяются в настоящем документе в отношении рисунков. Однако хирургические инструменты применяются во множестве ориентаций и положений, и эти термины не являются ограничивающими и абсолютными.

35 Закрывающий спусковой механизм 18 может быть активирован первым. Когда врач удовлетворен положением концевой эффектора 12, врач может отодвинуть закрывающий спусковой механизм 18 в полностью закрытое, фиксированное положение вблизи пистолетной рукоятки 26. Затем может быть нажат пусковой крючок 20. Пусковой крючок 20 возвращается в открытое положение (как показано на Фиг. 1 и
40 2), когда врач устраняет давление, как более подробно описано ниже. Пусковая кнопка на рукоятке 6, будучи вдавленной, может высвободить заблокированный закрывающий спусковой механизм 18. Пусковая кнопка может быть выполнена в различных формах, например, в виде скользящей пусковой кнопки 160, показанной на Фиг. 7, или любого из механизмов, описанных в опубликованной заявке на патент США, пуб. № 2007/
45 01755955 A1, которая включена в настоящий документ путем ссылки.

На Фиг. 3 представлен вид с пространственным разделением компонентов концевой эффектора 12 в соответствии с различными вариантами осуществления. Как показано в проиллюстрированном варианте осуществления, концевой эффектор 12 может

включать, в дополнение к ранее указанному каналу 22 и упору 24, режущий инструмент 32, салазки 33, кассету 34 со скобами, съемно установленную в канале 22, и винтовой стержень 36. Режущий инструмент 32 может представлять собой, например, скальпель. Упор 24 можно поворотом открывать и закрывать в точке 25 поворота, соединенной с проксимальным концом канала 22. Упор 24 также может включать язычок 27 на своем проксимальном конце, вставленный в компонент системы механического закрытия (дополнительно описана ниже) для открывания и закрывания упора 24. Когда закрывающий спусковой механизм 18 активируется, то есть втягивается пользователем инструмента 10, упор 24 может поворачиваться вокруг точки 25 поворота в зажатое или закрытое положение. Если зажатие концевой эффектора 12 является удовлетворительным, оператор может активировать пусковой крючок 20, который, как более подробно описано ниже, вызывает продольное перемещение скальпеля 32 и салазок 33 вдоль канала 22, таким образом рассекая ткань, зажатую концевым эффектором 12. Перемещение салазок 33 вдоль канала 22 вызывает продвижение скоб из кассеты 34 со скобами через рассеченную ткань и вплотную к закрытому упору 24, благодаря которому скобы сшивают рассеченную ткань. В различных вариантах осуществления салазки 33 могут представлять собой неотъемлемый компонент кассеты 34. Патент США № 6,978,921, озаглавленный «Хирургический сшивающий инструмент, включающий пусковой механизм с трехрогим элементом», который включен в настоящий документ путем ссылки, обеспечивает более подробную информацию о таких двухтактных режущих и сшивающих инструментах. Салазки 33 могут представлять собой часть кассеты 34, так что когда скальпель 32 оттягивается после операции рассечения, салазки 33 не оттягиваются.

Необходимо отметить, что хотя в описанных в настоящем документе вариантах осуществления инструмента 10 используется концевой эффектор 12, который сшивает скобами рассеченную ткань, в других вариантах осуществления могут применяться другие методики сшивания или спаивания рассеченной ткани. Например, могут также применяться концевые эффекторы, которые применяют РЧ энергию или адгезивы для сшивания рассеченной ткани. Патент США № 5,709,680, озаглавленный «Электрохирургическое кровоостанавливающее устройство», авторы Yates et al., и патент США № 5,688,270, озаглавленный «Электрохирургическое кровоостанавливающее устройство с утопленными и/или смещенными электродами», авторы Yates et al., которые включены в настоящий документ путем ссылки, описывают эндоскопический режущий инструмент, который применяет РЧ энергию для запечатывания рассеченной ткани. Опубликованная заявка на патент США, пуб. № 2007/0102453 A1, авторы Jerome R. Morgan, et al., и опубликованная заявка на патент США, пуб. № 2007/0102452 A1, авторы Frederick E. Shelton, IV, et al., которые также включены в настоящий документ путем ссылки, описывают эндоскопические режущие инструменты, которые применяют адгезивы для сшивания рассеченной ткани. Соответственно, хотя описание, приведенное в настоящем документе, относится к операциям рассечения/сшивания и аналогичным операциям, описанным ниже, необходимо понимать, что данный вариант осуществления является примером и не является ограничивающим. Можно также применять другие методики сшивания тканей.

На Фиг. 4 и 5 представлены виды с пространственным разделением компонентов, а на Фиг. 6 представлен вид сбоку концевой эффектора 12 и стержня 8 в соответствии с различными вариантами осуществления. Как показано в проиллюстрированном варианте осуществления, стержень 8 может включать проксимальную закрывающую трубку 40 и дистальную закрывающую трубку 42, поворотные шарнирными

звеньями 44. Дистальная закрывающая трубка 42 включает отверстие 45, в которое вставляют язычок 27 на упоре 24 для открывания и закрывания упора 24, как дополнительно описано ниже. Внутри закрывающих трубок 40, 42 может быть расположена проксимальная сердцевинная трубка 46. Внутри проксимальной сердцевинной трубки 46 может быть расположен основной вращательный (или проксимальный) приводной стержень 48, который соединяется со вторичным (или дистальным) приводным стержнем 50 посредством узла 52 конических зубчатых колес. Вторичный приводной стержень 50 соединен с приводной шестерней 54, которая зацепляет проксимальную приводную шестерню 56 винтового стержня 36. Вертикальная коническая шестерня 52b может находиться и вращаться в отверстии 57 на дистальном конце проксимальной сердцевинной трубки 46. В дистальную сердцевинную трубку 58 могут быть заключены вторичный приводной стержень 50 и приводные шестерни 54, 56. В совокупности основной приводной стержень 48, вторичный приводной стержень 50 и узел шарнира (например, узел конических зубчатых колес 52a-c) в настоящем документе иногда называются «узлом основного приводного стержня».

Подшипник 38, расположенный на дистальном конце канала 22 для скоб, принимает винтовой стержень 36, что позволяет винтовому стержню 36 свободно вращаться по отношению к каналу 22. Винтовой стержень 36 может стыковаться с резьбовым отверстием (не показано) скальпеля 32 так, что при повороте стержня 36 скальпель 32 поступательно перемещается дистально или проксимально (в зависимости от направления вращения) в канале 22 для скоб. Соответственно, когда основной приводной стержень 48 начинает поворачиваться из-за активации пускового крючка 20 (как более подробно описано ниже), узел конических зубчатых колес 52a-c вызывает поворачивание вторичного приводного стержня 50, который, в свою очередь, в связи с зацеплением приводных шестерен 54, 56 вызывает поворачивание винтового стержня 36, который вызывает продольное перемещение приводного элемента 32 скальпеля вдоль канала 22 для рассечения любой ткани, зажатой внутри концевой эффектора. Салазки 33 могут быть выполнены, например, из пластика и могут иметь наклонную дистальную поверхность. Когда салазки 33 проходят по каналу 22, наклоненная передняя поверхность может протолкнуть вверх или придвинуть скобы в кассете со скобами через зажатую ткань и вплотную к упору 24. Упор 24 сгибает скобы, таким образом сшивая рассеченную ткань. Когда скальпель 32 оттянут, скальпель 32 и салазки 33 могут отцепиться, при этом салазки 33 остаются на дистальном конце канала 22.

На Фиг. 7-10 представлен пример осуществления эндоскопического рассекателя с приводом. Проиллюстрированный вариант осуществления обеспечивает пользователю обратную связь относительно размещения и силы нагрузки на режущий инструмент в концевом эффекторе. Кроме того, в данном варианте осуществления можно применять силу, прилагаемую пользователем при оттягивании пускового крючка 20, для передачи энергии устройству (так называемый «усиленный» режим). Как показано в проиллюстрированном варианте осуществления, рукоятка 6 включает части 59, 60 внешней нижней стороны и части 61, 62 внешней верхней стороны, которые совмещаются вместе с образованием внешней части рукоятки 6. Часть пистолетной рукоятки 26 рукоятки 6 может быть обеспечена аккумуляторной батареей 64, например, литий-ионной батареей. Аккумуляторная батарея 64 подает питание на электрический двигатель 65, расположенный в верхней части пистолетной рукоятки 26 рукоятки 6. В соответствии с различными вариантами осуществления, несколько последовательно соединенных элементов аккумуляторной батареи можно применять для подачи питания на двигатель 65.

Двигатель 65 может представлять собой щеточный приводной двигатель, имеющий максимальную скорость вращения приблизительно 25 000 оборотов в минуту без загрузки. В других вариантах осуществления двигатель 65 может включать бесщеточный двигатель, беспроводной двигатель, синхронный двигатель, шаговый двигатель или любой другой подходящий электрический двигатель. Двигатель 64 может перемещать расположенный под углом 90° к нему узел 66 конических зубчатых колес, содержащий первое коническое зубчатое колесо 68 и второе коническое зубчатое колесо 70. Узел 66 конических зубчатых колес может приводить в действие узел 72 планетарной передачи. Узел 72 планетарной передачи может включать ведущую шестерню 74, соединенную с приводным стержнем 76. Ведущая шестерня 74 может приводить в действие сопряженное кольцевое зубчатое колесо 78, которое приводит в действие барабан 80 с винтовой зубчатой передачей посредством приводного стержня 82. Кольцо 84 может быть навинчено на барабан 80 с винтовой зубчатой передачей. Таким образом, когда двигатель 65 вращается, кольцо 84 перемещается вдоль барабана 80 с винтовой зубчатой передачей с помощью установленного узла 66 конических зубчатых колес, узла 72 планетарной передачи и кольцевого зубчатого колеса 78.

Рукоятка 6 может также включать датчик 110 запуска двигателя в связи с пусковым крючком 20 для обнаружения того, когда пусковой крючок 20 был втянут (или «закрыт») оператором к части 26 пистолетной рукоятки в рукоятке 6, чтобы таким образом запустить операцию рассечения/сшивания концевым эффектором 12. Датчик 110 может представлять собой пропорциональный датчик, такой как, например, реостат или резистор переменного сопротивления. Когда пусковой крючок 20 втягивается, датчик 110 обнаруживает перемещение и направляет электрический сигнал, указывающий электрическое напряжение (или мощность), которое необходимо передать двигателю 65. Если датчик 110 является резистором переменного сопротивления или аналогичным устройством, вращение двигателя 65 может быть по существу пропорциональным величине перемещения пускового крючка 20. То есть, если оператор только слегка втягивает или закрывает пусковой крючок 20, то вращение двигателя 65 является относительно медленным. Когда пусковой крючок 20 полностью втянут (или находится в полностью закрытом положении), вращение двигателя 65 является максимальным. Иными словами, чем сильнее пользователь тянет пусковой крючок 20, тем большее напряжение подается на двигатель 65, обеспечивая большую скорость вращения.

Рукоятка 6 может включать срединную часть 104 рукоятки, смежную с верхней частью пускового крючка 20. Рукоятка 6 также может содержать смещающую пружину 112, присоединенную между опорами на срединной части 104 рукоятки и пусковом крючке 20. Смещающая пружина 112 может смещать пусковой крючок 20 в полностью открытое положение. Таким образом, когда оператор высвобождает пусковой крючок 20, смещающая пружина 112 вытягивает пусковой крючок 20 в открытое положение, таким образом устраняя активацию датчика 110, таким образом останавливая вращение двигателя 65. Кроме того, благодаря смещающей пружине 112, каждый раз, когда пользователь закрывает пусковой крючок 20, пользователь чувствует сопротивление операции закрывания, что таким образом обеспечивает пользователю обратную связь о скорости вращения двигателя 65. Дополнительно оператор может прекратить оттягивать пусковой крючок 20, чтобы таким образом устранить воздействие на датчик 100, чтобы таким образом остановить двигатель 65. Таким образом, пользователь может остановить размещение концевого эффектора 12, таким образом оператору обеспечивается средство контроля над операцией рассечения/сшивания.

Дистальный конец барабана 80 с винтовой зубчатой передачей включает дистальный

приводной стержень 120, который приводит в действие кольцевое зубчатое колесо 122, которое сопрягается с ведущей шестерней 124. Ведущая шестерня 124 соединена с основным приводным стержнем 48 узла основного приводного стержня. Таким образом, вращение двигателя 65 вызывает вращение узла основного приводного стержня, что вызывает активацию концевого эффектора 12, как описано выше.

Кольцо 84, навинченное на барабан 80 с винтовой зубчатой передачей, может включать опору 86, которая расположена внутри паза 88 кулисы 90. Кулиса 90 имеет отверстие 92 на своем противоположном конце 94, которое принимает шарнирный штифт 96, который присоединен между частями 59, 60 внешних сторон рукоятки. Шарнирный штифт 96 также проходит через отверстие 100 в пусковой крючке 20 и отверстие 102 в срединной части 104 рукоятки.

Кроме того, рукоятка 6 может включать датчик 130 обратного действия (или датчик ограничения хода) и датчик 142 останова двигателя (или начала хода). В различных вариантах осуществления датчик 130 обратного действия может представлять собой концевой переключатель, расположенный на дистальном конце барабана 80 с винтовой зубчатой передачей, так что кольцо 84, навинченное на барабан 80 с винтовой зубчатой передачей, контактирует с датчиком 130 обратного действия и запускает его, когда кольцо 84 достигает дистального конца барабана 80 с винтовой зубчатой передачей. При активации датчик 130 обратного действия направляет сигнал на двигатель 65, чтобы изменить направление его вращения, таким образом извлекая скальпель 32 концевого эффектора 12 после операции рассечения. Датчик 142 останова двигателя может представлять собой, например, нормально замкнутый концевой переключатель. В различных вариантах осуществления он может быть размещен на проксимальном конце барабана 80 с винтовой зубчатой передачей, так что кольцо 84 запускает переключатель 142, когда кольцо 84 достигает проксимального конца барабана 80 с винтовой зубчатой передачей.

Во время операции, когда оператор инструмента 10 вытягивает назад пусковой крючок 20, датчик 110 обнаруживает размещение пускового крючка 20 и направляет сигнал на двигатель 65, чтобы вызвать вращение двигателя 65 вперед, например, со скоростью, пропорциональной силе, с которой оператор оттягивает назад пусковой крючок 20. Вращение двигателя 65 вперед, в свою очередь, вызывает вращение кольцевого зубчатого колеса 78 на дистальном конце узла 72 планетарной передачи, таким образом вызывая вращение барабана 80 с винтовой зубчатой передачей и перемещение кольца 84, навинченного на барабан 80 с винтовой зубчатой передачей, дистально вдоль барабана 80 с винтовой зубчатой передачей. Вращение барабана 80 с винтовой зубчатой передачей также приводит в действие узел основного приводного стержня, как описано выше, что, в свою очередь, вызывает размещение скальпеля 32 в концевом эффекторе 12. То есть скальпель 32 и салазки 33 проходят продольно через канал 22, таким образом рассекая ткань, зажатую в концевом эффекторе 12. Кроме того, операция сшивания при помощи концевого эффектора 12 может производиться в вариантах осуществления, где применяется концевой эффектор сшивающего типа.

К моменту завершения операции рассечения/сшивания при помощи концевого эффектора 12 кольцо 84 на барабане 80 с винтовой зубчатой передачей достигает дистального конца барабана 80 с винтовой зубчатой передачей, таким образом вызывая запуск датчика 130 обратного действия, который направляет сигнал на двигатель 65, чтобы вызвать изменение направления вращения двигателя 65. Это, в свою очередь, вызывает оттягивание скальпеля 32, а также вызывает перемещение кольца 84 на барабане 80 с винтовой зубчатой передачей обратно к проксимальному концу барабана

80 с винтовой зубчатой передачей.

Срединная часть 104 рукоятки включает тыльное плечо 106, которое зацепляет кулису 90, что наилучшим образом показано на Фиг. 8 и 9. Срединная часть 104 рукоятки также имеет ограничитель 107 рабочего хода, который зацепляет пусковой крючок 20. 5 Перемещение кулисы 90 управляется вращением двигателя 65, как описано выше. Когда кулиса 90 вращается против часовой стрелки по мере того, как кольцо 84 перемещается от проксимального конца барабана 80 с винтовой зубчатой передачей к дистальному концу, срединная часть 104 рукоятки освобождается для вращения против часовой стрелки. Таким образом, когда пользователь втягивает пусковой крючок 20, пусковой 10 крючок 20 зацепляет ограничитель 107 рабочего хода срединной части 104 рукоятки, вызывая вращение срединной части 104 рукоятки против часовой стрелки. Однако из-за того, что тыльное плечо 106 зацепляет кулису 90, срединная часть 104 рукоятки сможет вращаться против часовой стрелки ровно настолько, насколько это позволяет кулиса 90. Таким образом, если двигатель 65 по какой-либо причине остановит вращение, 15 кулиса 90 тоже остановит вращение и пользователь не сможет дальше втягивать пусковой крючок 20, поскольку срединная часть 104 рукоятки не сможет свободно вращаться против часовой стрелки из-за кулисы 90.

Компоненты примера системы закрытия (или зажатия) упора 24 концевого эффектора 12 путем оттягивания закрывающего спускового механизма 18 также показаны на Фиг. 20 7-10. В проиллюстрированном варианте осуществления система закрытия включает направляющую траверсу 250, присоединенную к закрывающему спусковому механизму 18 при помощи штифта 251, который вставлен через выровненные отверстия как в закрывающем спусковом механизме 18, так и в направляющей траверсе 250. Шарнирный штифт 252, вокруг которого вращается закрывающий спусковой механизм 18, вставлен 25 через другое отверстие в закрывающем спусковом механизме 18, которое смещено от места, где штифт 251 вставлен через закрывающий спусковой механизм 18. Таким образом, оттягивание закрывающего спускового механизма 18 вызывает вращение против часовой стрелки верхней части закрывающего спускового механизма 18, к которому направляющая траверса 250 прикреплена посредством штифта 251. 30 Дистальный конец направляющей траверсы 250 присоединен посредством штифта 254 к первому закрывающему кронштейну 256. Первый закрывающий кронштейн 256 присоединен ко второму закрывающему кронштейну 258. Вместе закрывающие кронштейны 256, 258 образуют отверстие, в котором установлен и удерживается проксимальный конец проксимальной закрывающей трубки 40 (см. Фиг. 4), так что 35 продольное перемещение закрывающих кронштейнов 256, 258 вызывает продольное движение проксимальной закрывающей трубки 40. Инструмент 10 также включает закрывающий шток 260, расположенный внутри проксимальной закрывающей трубки 40. Закрывающий шток 260 может включать окошко 261, в которое размещают опору 263 на одной из внешних частей рукоятки, такой как часть 59 внешней нижней стороны 40 в проиллюстрированном варианте осуществления, чтобы жестко присоединить закрывающий шток 260 к рукоятке 6. Таким образом, проксимальная закрывающая трубка 40 способна перемещаться продольно относительно закрывающего штока 260. Закрывающий шток 260 может также включать дистальный кольцевой выступ 267, который входит в полость 269 в проксимальной сердцевинной трубке 46 и удерживается 45 в ней заглушкой 271 (см. Фиг. 4).

Во время эксплуатации, когда направляющая траверса 250 вращается вследствие оттягивания закрывающего спускового механизма 18, закрывающие кронштейны 256, 258 вызывают дистальное перемещение проксимальной закрывающей трубки 40 (т.е.

от конца рукоятки инструмента 10), что вызывает дистальное перемещение дистальной закрывающей трубки 42, что вызывает поворачивание упора 24 вокруг точки 25 поворота в зажатое или закрытое положение. После разблокирования закрывающего спускового механизма 18 из заблокированного положения проксимальная закрывающая трубка 40 скользит проксимально, что вызывает проксимальное скольжение дистальной закрывающей трубки 42, которое, поскольку язычок 27 вставлен в окошко 45 дистальной закрывающей трубки 42, вызывает поворачивание упора 24 вокруг точки 25 поворота в открытое, или разжатое, положение. Таким образом, оттягивая и блокируя закрывающий спусковой механизм 18, оператор может зажимать ткань между упором 24 и каналом 22, а также разжимать ткань после операции рассечения/сшивания, разблокируя закрывающий спусковой механизм 20 из заблокированного положения.

Дополнительные конфигурации хирургических инструментов с электроприводом описаны в опубликованной заявке на патент США, пуб. № 2007/0175962 A1, озаглавленной «Хирургический режущий и сшивающий инструмент с приводом и тактильной обратной связью о расположении», которая полностью включена в настоящий документ путем ссылки.

На Фиг. 11 представлена принципиальная схема цепи управления приводом в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения. В различных вариантах осуществления цепь управления приводом может включать одну или более интегральных схем (ИС), таких как, например, схемы процессора, памяти, микроконтроллера, таймера и т. д. В других вариантах осуществления цепь управления приводом может не содержать никаких ИС. Такая цепь управления приводом без ИС может быть преимущественной по причине того, что часто бывает сложно, трудно и дорого стерилизовать хирургический инструмент, включающий ИС.

Когда оператор сначала тянет пусковой крючок 20 после блокировки закрывающего спускового механизма 18, активируется датчик 110 (или закрывается, если датчик 110 является переключателем), который обеспечивает течение тока через него. Если нормально разомкнутый переключатель 130 датчика обратного действия разомкнут (что означает, что конец хода концевого эффектора не достигнут), ток потечет через однополюсное двухпозиционное реле 132. Когда переключатель 130 датчика обратного действия не замкнут, катушка 134 реле 132 не будет иметь энергообеспечения, то есть реле 132 будет находиться в обесточенном состоянии.

Как показано на Фиг. 11, цепь может также включать резистивный элемент 144 и параллельно соединенный с ним переключатель 146, причем параллельные элементы соединены последовательно с реле 132. Резистивный элемент 144 и переключатель 146 также присоединены к источнику 64 питания. Переключатель 146 может управляться цепью 148 управления, чувствительной к датчику 150 положения режущего инструмента. В соответствии с различными вариантами осуществления цепь 148 управления может разомкнуть переключатель 146, когда режущий инструмент 32 находится (i) очень близко к началу своего хода и (ii) очень близко к концу своего хода. Например, цепь управления может разомкнуть переключатель, когда режущий инструмент 32 находится (i) на расстоянии 0,003 сантиметра (0,001 дюйма) от точки начала своего хода и (ii) на расстоянии 0,003 сантиметра (0,001 дюйма) от конца своего хода, как определено датчиком 150 положения режущего инструмента. При разомкнутом переключателе 146 ток проходит через резистивный элемент 144, затем через реле 132, реле 138 и переключатель 110 датчика запуска двигателя к двигателю 65. Ток, проходящий через резистивный элемент 144, снижает величину тока, поступающего к двигателю 65, таким образом снижая мощность, поступающую от двигателя 65. Таким образом, когда

режущий инструмент 32 находится (i) очень близко к началу своего хода или (ii) очень близко к концу своего хода, поступающая от двигателя 65 мощность снижается. И наоборот, после того как режущий инструмент 32 отодвигается достаточно далеко от точки начала или конца хода, цепь 148 управления может замкнуть переключатель 146, таким образом закорачивая резистивный элемент 144, таким образом увеличивая величину тока, поступающего к двигателю 65, таким образом увеличивая мощность, поступающую от двигателя.

В соответствии с различными вариантами осуществления, электрическая цепь дополнительно включает переключатели 136a-d датчиков блокировки, вместе образующие цепь 137 блокировки, через которую ток от реле 132, когда последнее находится в обесточенном состоянии, проходит для обеспечения эксплуатации двигателя 65. Каждый переключатель 136a-d датчика блокировки может быть выполнен с возможностью поддержания разомкнутого (т.е. непроводящего) состояния переключателя или замкнутого (т.е. проводящего) состояния переключателя, в зависимости от наличия или отсутствия соответствующего условия соответственно. Любое из соответствующих условий при его наличии во время активации инструмента 10 может стать причиной неудовлетворительного выполнения операции расщепления и сшивания и/или повреждения инструмента 10. Условия, на которые могут реагировать переключатели 136a-d датчиков блокировки, включают, например, (a) отсутствие кассеты 34 со скобами в канале 22, (b) наличие израсходованной (например, ранее активированной) кассеты 34 со скобами в канале 22 и (c) открытое (или иным образом недостаточно закрытое) положение упора 24 относительно канала 22. Другие условия, на которые могут реагировать переключатели 136a-d датчиков блокировки, такие как износ компонента, можно вывести на основе суммарного числа операций пуска, произведенных инструментом 10. Соответственно, в различных вариантах осуществления при наличии любого из этих условий соответствующие переключатели 136a-d датчиков блокировки поддерживают разомкнутое состояние переключателя, таким образом предотвращая пропускание тока, необходимого для обеспечения эксплуатации двигателя 65. В различных вариантах осуществления пропускание тока датчиками 136a-d блокировки допускается только после устранения всех таких условий. Следует понимать, что вышеописанные условия приведены только в качестве примера и что можно обеспечить дополнительные переключатели датчиков блокировки для реакции на другие условия, неблагоприятные для эксплуатации инструмента 10. Аналогичным образом следует понимать, что в вариантах осуществления, в которых одно или более из вышеописанных условий может отсутствовать или не имеет значения, число переключателей датчиков блокировки может быть меньше, чем показано.

Как показано на Фиг. 11, переключатель 136a датчика блокировки может быть выполнен с применением конфигурации нормально разомкнутого переключателя, так что замкнутое состояние переключателя поддерживается, когда кассета 34 со скобами находится в положении, соответствующем ее правильному приему в канале 22. Когда кассета 34 со скобами не установлена в канале 22 или установлена неправильно (например, не выровнена), переключатель 136a датчика блокировки поддерживает разомкнутое состояние переключателя. Переключатель 136b датчика блокировки может быть выполнен с применением конфигурации нормально разомкнутого переключателя, так что замкнутое состояние переключателя поддерживается только тогда, когда в канале 22 присутствует неизрасходованная кассета 34 со скобами (т.е. кассета 34 со скобами, имеющая салазки 33 в неактивированном положении). Наличие израсходованной кассеты 34 со скобами в канале 22 приводит к тому, что переключатель

136b датчика блокировки поддерживает разомкнутое состояние переключателя. Переключатель 136c датчика блокировки может быть выполнен с применением конфигурации нормально разомкнутого переключателя, так что замкнутое состояние переключателя поддерживается, когда упор 24 находится в закрытом положении относительно канала 22. Управление переключателем 136c датчика блокировки возможно в соответствии с элементом временной задержки, причем замкнутое состояние переключателя поддерживается только после того, как упор 24 находится в закрытом положении в течение предварительно определенного периода времени.

Переключатель 136d датчика блокировки может быть выполнен с применением конфигурации нормально замкнутого переключателя, так что замкнутое состояние переключателя поддерживается только тогда, когда суммарное число пусков, произведенных инструментом 10, меньше предварительно определенного числа.

Переключатель 136d датчика блокировки может обмениваться данными со счетным устройством 139, предназначенным для ведения счета, представляющего суммарное число операций пуска, произведенных инструментом 10, сравнения подсчитанного числа с предварительно определенным числом и управления состоянием переключателя 136d датчика блокировки по результатам сравнения. Следует понимать, что хотя счетное устройство 139 показано на Фиг. 11 отдельно, оно может составлять одно целое с переключателем 136d датчика блокировки с формированием общего устройства.

Предпочтительно, чтобы счетное устройство 139 было выполнено в виде электронного устройства, имеющего вход для увеличения подсчитанного числа на основании изменения подаваемого на него дискретного электрического сигнала. Следует понимать, что вместо этого можно применять механическое счетное устройство, предназначенное для ведения счета на основании механического входного воздействия (например, оттягивания пускового крючка 20). В качестве входного воздействия для счетного устройства 139 при его выполнении в виде электронного устройства можно использовать любой присутствующий в электрической цепи дискретный сигнал, который изменяется один раз при каждой операции пуска. Как показано на Фиг. 11, например, можно использовать дискретный электрический сигнал, генерируемый в результате активации датчика 130 ограничения хода. Счетное устройство 139 может управлять состоянием переключателя 136d датчика блокировки таким образом, что замкнутое состояние переключателя поддерживается, когда подсчитанное число меньше предварительно определенного числа, записанного в памяти счетного устройства 139. Когда подсчитанное число является равным предварительно определенному числу, счетное устройство 139 заставляет переключатель 136d датчика блокировки поддерживать разомкнутое состояние переключателя, таким образом предотвращая пропускание через него тока. Следует понимать, что по необходимости предварительно определенное число, записанное в памяти счетного устройства 139, можно настраивать избирательно. В соответствии с различными вариантами осуществления счетное устройство 304 может обмениваться данными с внешним дисплеем (не показан), таким как ЖК-дисплей, составляющим одно целое с инструментом 10, для отображения пользователю либо подсчитанного числа, либо разности между предварительно определенным числом и подсчитанным числом.

В соответствии с различными вариантами осуществления цепь 137 блокировки может содержать один или более индикаторов, видимых пользователю инструмента 10, для отображения статуса по меньшей мере одного из переключателей 136a-d датчиков блокировки. Дополнительную информацию о таких индикаторах можно найти в опубликованной заявке на патент США, пуб. № 2007/0175956, озаглавленной

«Электронные блокировки и включающий их хирургический инструмент», которая полностью включена в настоящий документ путем ссылки. Данная заявка также включает примеры конфигураций монтажа и конфигураций для переключателей 136a-d датчиков блокировки.

5 В проиллюстрированном варианте осуществления, когда переключатели 136a-d датчиков блокировки совместно поддерживают замкнутое состояние переключателя, однополюсное однопозиционное реле 138 получает энергообеспечение. Когда реле 138 получает энергообеспечение, ток протекает через реле 138 и датчик 110 переключателя запуска двигателя к двигателю 65 через двухполюсное двухпозиционное реле 140, таким
10 образом подавая питание на двигатель 65 и позволяя ему вращаться в прямом направлении. В соответствии с различными вариантами осуществления, поскольку выходной сигнал реле 138 после получения энергообеспечения поддерживает реле 138 в состоянии с энергообеспечением, пока реле 132 получает энергообеспечение, цепь 137 блокировки не будет выполнять функцию блокировки эксплуатации двигателя 165
15 после его включения, даже если один или более переключателей 136a-d датчиков блокировки впоследствии поддержат разомкнутое состояние переключателя. Однако в других вариантах осуществления может быть необходимо или же желательно соединить цепь 137 блокировки и реле 138 так, чтобы один или более переключателей 136a-d датчиков блокировки поддерживали замкнутое состояние переключателя для
20 поддержания эксплуатации двигателя 165 после его включения.

В различных вариантах осуществления вращение двигателя в прямом направлении вызывает дистальное перемещение кольца 84 и таким образом деактивирует переключатель 142 датчика останова двигателя. Так как переключатель 142 является нормально замкнутым, электромагнит 141, присоединенный к переключателю 142,
25 может быть с энергообеспечением. Электромагнит 141 может представлять собой обычный выталкивающий электромагнит, который, будучи с энергообеспечением, вызывает выдвигание сердечника (не показан) по оси. Выдвигание сердечника может выполнять функцию удерживания закрывающего спускового механизма 18 в оттянутом положении, предотвращая тем самым открытие упора 24 в момент выполнения операции
30 пуска (т.е. когда переключатель 142 не активирован). После прекращения энергообеспечения электромагнита 141 сердечник оттягивают, так что становится возможным ручное высвобождение закрывающего спускового механизма 18.

Когда концевой эффектор 12 достигает конца своего хода, активируется датчик 130 обратного действия, таким образом замыкая переключатель 130 и предоставляя
35 энергообеспечение реле 132. Это вызывает переход реле 132 в состояние с энергообеспечением (не показано на Фиг. 11), что вызывает течение тока в обход цепи 137 блокировки и переключателя 110 датчика запуска двигателя и вместо этого вызывает течение тока как к нормально замкнутому двухполюсному двухпозиционному реле 140, так и к двигателю 65, но через реле 140, что вызывает изменение направления
40 вращения двигателя 65. Поскольку переключатель 142 датчика останова двигателя является нормально замкнутым, то ток будет течь обратно к реле 132 для поддержания его энергообеспечения до тех пор, пока переключатель 142 не будет разомкнут. Когда скальпель 32 полностью оттянут, переключатель 142 датчика останова двигателя активируется, вызывая размыкание переключателя 142, таким образом прекращая
45 подачу питания на двигатель 65 и энергообеспечение электромагнита 141.

В других вариантах осуществления могут применяться другие альтернативы для ограничения тока, подаваемого на двигатель 65, в определенные периоды времени в ходе цикла режущего хода. Другие варианты осуществления описаны в заявке на патент

США, сер. № 12/235,782, которая полностью включена в настоящий документ путем ссылки.

В некоторых случаях может быть полезно обеспечить кратковременное увеличение подачи тока на двигатель 65 для увеличения выходного вращающего момента. На Фиг. 19А показан вариант осуществления схемы для обеспечения кратковременного увеличения подачи тока на двигатель 65 в соответствии с различными вариантами осуществления. Эта схема аналогична показанной на Фиг. 11 за исключением того, что схема на Фиг. 19А дополнительно включает устройство 1000 накопления заряда, присоединенное к источнику 64 питания. Устройство 1000 накопления заряда может представлять собой любое устройство, способное накапливать заряд, такое как конденсатор. Например, устройство 1000 накопления заряда может содержать конденсатор большой емкости (иногда называемый суперконденсатором). При первом запуске двигателя 65, например, при замыкании переключателя 110 из-за оттягивания пускового крючка 20, переключатель S1 может замыкаться, так что аккумуляторная батарея 64 может подавать питание на двигатель 65, как описано выше. Кроме того, переключатель S3 также может замыкаться только на короткий период времени («период зарядки») с целью зарядки устройства 1000 накопления заряда посредством резистора R. Например, в соответствии с различными вариантами осуществления, переключатель S3 может замыкаться на время, равное от одной до десяти временных констант RC, где R - сопротивление резистора R, а C - емкость устройства 1000 накопления заряда.

Заряд устройства 1000 накопления заряда может оставаться неиспользованным в нормальных условиях эксплуатации, но если в ходе операции наступает время, когда врачу требуется дополнительный вращающий момент двигателя 65, устройство 1000 накопления заряда можно подключить последовательно с аккумуляторной батареей 64. Для этого, например, можно разомкнуть переключатель S1 и замкнуть переключатель S2 (причем после периода зарядки переключатель S3 остается разомкнутым). При замкнутом переключателе S2 устройство 1000 накопления заряда соединяется последовательно с аккумуляторной батареей 64, таким образом подавая дополнительный ток на двигатель 65.

Условие, требующее участия устройства 1000 накопления заряда, можно обнаруживать различными способами. Например, может присутствовать переменный резистор или пружина, присоединенная к пусковому крючку 20. При оттягивании пускового крючка далее определенной точки или с силой, превышающей некоторый пороговый уровень, устройство 1000 накопления заряда может быть последовательно соединено с аккумуляторной батареей 64. Дополнительно или альтернативно рукоятка 6 может содержать внешний переключатель (не показан), который врач может активировать для соединения устройства 1000 накопления заряда последовательно с аккумуляторной батареей 64.

Устройство 1000 накопления заряда можно применять с устройствами ограничения тока, описанными выше применительно к Фиг. 11, или без них.

На Фиг. 19В показан вариант осуществления альтернативной, по сравнению с показанной на Фиг. 19А, схемы обеспечения кратковременного увеличения подачи тока на двигатель 65 в соответствии с различными вариантами осуществления. В некоторых конфигурациях схемы подачу питания на двигатель 65 может осуществлять только аккумуляторная батарея 64. Например, переключатель Sb может быть замкнут в комбинации с замкнутым переключателем 110 для обеспечения подачи питания на двигатель 65 только от аккумуляторной батареи 64. Остальные переключатели Sa, Sc, Sd и Se могут оставаться разомкнутыми. В другом примере переключатели Sd и Se

могут быть замкнуты в комбинации с замкнутым переключателем 110 для обеспечения подачи питания на двигатель 65 только от аккумуляторной батареи 64. Остальные переключатели Sa, Sc и Sb могут оставаться разомкнутыми. В еще одном примере переключатели Sb, Sd и Se могут быть замкнуты в комбинации с замкнутым переключателем 110 для обеспечения подачи питания на двигатель 65 только от аккумуляторной батареи 64. Остальные переключатели Sa и Sc могут оставаться разомкнутыми. В некоторых конфигурациях схемы аккумуляторная батарея 64 может заряжать устройство 1000 накопления заряда без подачи питания на двигатель 65. Например, переключатели Sc и Sd могут быть замкнуты, чтобы заряжать устройство 1000 накопления заряда без подачи питания на двигатель 65. Остальные переключатели Sa, Sb и Se могут оставаться разомкнутыми. В некоторых конфигурациях схемы аккумуляторная батарея 64 может одновременно подавать питание на двигатель 65 и заряжать устройство 1000 накопления заряда. Например, переключатели Sc, Sd и Se могут быть замкнуты в комбинации с замкнутым переключателем 110, чтобы одновременно заряжать устройство 1000 накопления заряда и подавать питание на двигатель 65. Остальные переключатели Sa и Sb могут оставаться разомкнутыми. В другом примере переключатели Sb, Sc и Se могут быть замкнуты в комбинации с замкнутым переключателем 110, чтобы одновременно заряжать устройство 1000 накопления заряда и подавать питание на двигатель 65. Остальные переключатели Sa и Sd могут оставаться разомкнутыми. В другом примере переключатели Sb, Sc, Sd и Se могут быть замкнуты в комбинации с замкнутым переключателем 110, чтобы одновременно заряжать устройство 1000 накопления заряда и подавать питание на двигатель 65. Оставшийся переключатель Sa может оставаться разомкнутым. В некоторых конфигурациях схемы аккумуляторная батарея 64 и заряженное устройство 1000 накопления заряда могут быть соединены последовательно для подачи питания на двигатель 65. Например, переключатели Sa и Se могут быть замкнуты в комбинации с замкнутым переключателем 110, чтобы соединять аккумуляторную батарею 64 и устройство 1000 накопления заряда последовательно с двигателем 65. Остальные переключатели Sb, Sc и Sd и могут оставаться разомкнутыми.

На Фиг. 19С показан вариант осуществления схемы, альтернативный схемам, показанным на Фиг. 19А и 19В, для обеспечения кратковременного увеличения подачи тока на двигатель 65 в соответствии с различными вариантами осуществления. В некоторых конфигурациях схемы подачу питания на двигатель 65 может осуществлять только аккумуляторная батарея 64. Например, переключатели Sd и Se могут быть замкнуты в комбинации с замкнутым переключателем 110 чтобы обеспечивать подачу питания на двигатель 65 только от аккумуляторной батареи 64. Остальные переключатели Sa и Sc могут оставаться разомкнутыми. В некоторых конфигурациях схемы аккумуляторная батарея 64 может заряжать устройство 1000 накопления заряда без подачи питания на двигатель 65. Например, переключатели Sc и Sd могут быть замкнуты, чтобы заряжать устройство 1000 накопления заряда без подачи питания на двигатель 65. Остальные переключатели Sa и Se могут оставаться разомкнутыми. В некоторых конфигурациях схемы аккумуляторная батарея 64 может одновременно подавать питание на двигатель 65 и заряжать устройство 1000 накопления заряда. Например, переключатели Sc, Sd и Se могут быть замкнуты в комбинации с замкнутым переключателем 110, чтобы одновременно заряжать устройство 1000 накопления заряда и подавать питание на двигатель 65. Оставшийся переключатель Sa может оставаться разомкнутым. В некоторых конфигурациях схемы аккумуляторная батарея 64 и заряженное устройство 1000 накопления заряда могут быть соединены последовательно

для подачи питания на двигатель 65. Например, переключатели Sa и Se могут быть замкнуты в комбинации с замкнутым переключателем 110, чтобы соединять аккумуляторную батарею 64 и устройство 1000 накопления заряда последовательно с двигателем 65. Остальные переключатели Sc и Sd могут оставаться разомкнутыми.

5 Иногда в ходе применения инструмента 10 преимуществом может быть работа двигателя 65 с высокой скоростью, но с относительно низким вращающим моментом. В других случаях может быть желательно, чтобы двигатель 65 работал с высоким вращающим моментом, но с низкой скоростью. В соответствии с различными вариантами осуществления такое функционирование можно получить при помощи

10 двигателя 65, имеющего множество (например, две или более) обмоток, как показано на Фиг. 20. В проиллюстрированном варианте осуществления двигатель имеет две обмотки. Первая обмотка 1200 может иметь половины (или части) 1201 и 1202 обмотки. Вторая обмотка 1204 может иметь половины (или части) 1206 и 1208 обмотки. Двигатель 65 в этом примере может представлять собой двигатель с 6 или 8 выводами с биполярной

15 приводной схемой 1210 (см., например, Фиг. 11 и 12). Если требуется режим с высокой скоростью и низким вращающим моментом, два набора обмоток можно соединить последовательно. В этом режиме, как показано на Фиг. 20, переключатели S1 и S4 замкнуты, а переключатели S2, S3, S5 и S6 разомкнуты. Если требуется режим с низкой

20 скоростью и высоким вращающим моментом, два набора обмоток можно соединить параллельно. В этом режиме переключатели S1 и S4 разомкнуты, а переключатели S2, S3, S5 и S6 замкнуты. Возможность переключения между этими двумя режимами позволяет эффективно получить двухскоростную трансмиссию без дополнительных движущихся частей. Также это позволяет с помощью одного двигателя добиваться

25 работы как с высокими скоростями, так и с высокими вращающими моментами, хотя и не одновременно. Преимущество этой конфигурации состоит в том, что она не требует применения множества двигателей. Кроме того, можно убрать часть шестерен, поскольку двигатель 65 может генерировать дополнительный вращающий момент в параллельном режиме и дополнительную скорость в последовательном режиме. Кроме

30 того, можно использовать дополнительные обмотки, чтобы выполнять большее число режимов эксплуатации. Например, могут быть обмотки со множеством комбинаций последовательных и параллельных соединений обмоток. Также часть обмоток можно применять для регистрации условий работы двигателя и т. п.

В соответствии с различными вариантами осуществления, рукоятка 6 может содержать внешний переключатель 1220 выбора режима двигателя, как показано на

35 Фиг. 21. При помощи переключателя 1220 оператор инструмента 10 может выбрать режим работы двигателя 65 с высокой скоростью и низким вращающим моментом или с низкой скоростью и высоким вращающим моментом. Для переключения режимов работы двигателя 65 также можно применять другие переключающие схемы, такие как переключающие схемы, которые автоматически переключают режим двигателя на

40 основании входных сигналов от датчика.

В хирургическом инструменте с электроприводом, таком как один из эндоскопических инструментов с электроприводом, описанных выше, или в дисковом режущем инструменте с электроприводом, питание двигателя может осуществляться рядом

45 элементов аккумуляторной батареи, соединенных последовательно. Кроме того, в некоторых обстоятельствах может быть желательно подавать питание на двигатель определенной частью от общего числа элементов аккумуляторной батареи. Например, как показано на Фиг. 12, двигатель 65 может питаться блоком 299 питания, содержащим 6 (шесть) элементов 310 аккумуляторной батареи, соединенных последовательно.

Элементы 310 аккумуляторной батареи могут представлять собой, например, 3-вольтные литиевые элементы аккумуляторной батареи, такие как элементы CR 123A аккумуляторной батареи, хотя в других вариантах осуществления могут применяться другие типы элементов аккумуляторной батареи (включая элементы аккумуляторной батареи с разными уровнями напряжения и/или разными химическими реакциями).
Если шесть 3-вольтных элементов 310 аккумуляторной батареи будут соединены последовательно для подачи питания на двигатель 65, суммарное напряжение питания двигателя 65 составит 18 вольт. Элементы 310 аккумуляторной батареи могут содержать перезаряжаемые или не перезаряжаемые элементы аккумуляторной батареи.

В таком варианте осуществления при наибольших нагрузках входное напряжение двигателя 65 может снижаться до приблизительно девяти-десяти вольт. При таких условиях эксплуатации блок 299 питания обеспечивает максимальную мощность двигателя 65. Соответственно, как показано на Фиг. 12, схема может включать переключатель 312, позволяющий избирательно подавать питание на двигатель 65 либо (1) от всех элементов 310 аккумуляторной батареи, либо (2) от части элементов 310 аккумуляторной батареи. Как показано на Фиг. 12, при соответствующем выборе переключатель 312 может подавать питание на двигатель 65 от всех шести элементов аккумуляторной батареи или от четырех элементов аккумуляторной батареи. Таким образом, переключатель 312 можно применять для подачи на двигатель 65 питания либо 18 вольт (при применении всех шести элементов 310 аккумуляторной батареи), либо 12 вольт (при применении четырех элементов аккумуляторной батареи). В различных вариантах осуществления проектный выбор числа элементов аккумуляторной батареи в той части, которая применяется для подачи питания на двигатель 65, может основываться на напряжении, необходимом для двигателя 65 при эксплуатации с максимальной мощностью при наибольших нагрузках.

Переключатель 312 может представлять собой, например, электромеханический переключатель, такой как микропереключатель. В других вариантах осуществления переключатель 312 может быть выполнен в виде твердотельного переключателя, такого как транзистор. Второй переключатель 314, такой как нажимная кнопка, можно применять для контроля за тем, подается ли питание на двигатель 65. Также можно применять переключатель 316 смены направления движения для контроля за тем, вращается ли двигатель 65 в прямом или обратном направлении. Переключатель 316 смены направления движения может быть выполнен в виде двухполюсного двухпозиционного переключателя, такого как реле 140, показанное на Фиг. 11.

В процессе эксплуатации пользователь инструмента 10 может выбрать требуемый уровень мощности с помощью какого-либо устройства управления переключателем, такого как позиционно-зависимый переключатель (не показан), например перекидной переключатель, механический рычажный переключатель или кулачок, который управляет положением переключателя 312. Далее пользователь может активировать второй переключатель 314, чтобы присоединить выбранные элементы 310 аккумуляторной батареи к двигателю 65. Кроме того, схему, показанную на Фиг. 12, можно применять для подачи питания на другие типы хирургических инструментов с электроприводом, такие как дисковые рассекатели и/или лапароскопические инструменты. Дополнительную информацию о дисковых рассекателях можно найти в опубликованной заявке на патент США, пуб. № 2006/0047307 A1 и пуб. № 2007/0262116 A1, которые включены в настоящий документ путем ссылки.

В других вариантах осуществления, как показано на Фиг. 13, основной источник 340 питания, такой как элемент аккумуляторной батареи, такой как элемент CR2 или CR123A

аккумуляторной батареи, можно применять для зарядки нескольких вторичных аккумуляторных устройств 342. Основной источник 340 питания может содержать один или несколько последовательно соединенных элементов аккумуляторной батареи, которые в проиллюстрированном варианте осуществления предпочтительно являются сменными. Вторичные аккумуляторные устройства 342 могут содержать, например, перезаряжаемые элементы аккумуляторной батареи и/или суперконденсаторы (также именуемые «конденсаторами большой емкости» или «электрохимическими двухслойными конденсаторами» (EDLC)). Суперконденсаторы представляют собой электрохимические конденсаторы, которые имеют необычно высокую плотность энергии по сравнению с обычными электролитическими конденсаторами, как правило, в тысячи раз больше, чем у электролитического конденсатора большой емкости.

Основной источник 340 питания может заряжать вторичные аккумуляторные устройства 342. После достаточной зарядки основной источник 340 питания можно удалить, а вторичные аккумуляторные устройства 342 можно применять для подачи питания на двигатель 65 в ходе операции или эксплуатации. Зарядка аккумуляторных устройств 342 в различных обстоятельствах может занимать приблизительно от пятнадцати до тридцати минут. Суперконденсаторы имеют характеристики, согласно которым они способны заряжаться и разряжаться чрезвычайно быстро по сравнению с традиционными аккумуляторными батареями. Кроме того, если аккумуляторные батареи хорошо работают лишь в ограниченном числе циклов зарядки/разрядки, суперконденсаторы часто можно заряжать/разряжать многократно, иногда десятки миллионов циклов. В вариантах осуществления, в которых суперконденсаторы применяют в качестве вторичных аккумуляторных устройств 342, суперконденсаторы могут содержать углеродные нанотрубки, проводящие полимеры (например, полиацены) или углеродные аэрогели.

Как показано на Фиг. 14, для определения момента, когда вторичные аккумуляторные устройства 342 будут иметь достаточный заряд, можно использовать схему 344 управления зарядом. Схема 344 управления зарядом может включать индикатор, такой как один или более светоизлучающих диодов (СИД), ЖК-дисплей и т. д., который активируется, чтобы уведомить пользователя инструмента 10, когда вторичные аккумуляторные устройства 342 будут достаточно заряжены.

Основной источник 340 питания, вторичные аккумуляторные устройства 342 и схема 344 управления зарядом могут представлять собой часть блока питания в части 26 рукоятки 6 инструмента 10 или в другой части инструмента 10. Блок питания может быть выполнен с возможностью удаления из части 26 пистолетной рукоятки, в случае чего, когда инструмент 10 нужно применять при хирургической операции, блок питания может быть асептически вставлен в часть 26 пистолетной рукоятки (или в иное место инструмента в соответствии с другими вариантами осуществления) ассистирующей при хирургической операции дежурной медсестрой. После вставки блока питания медсестра может поместить сменный основной источник 340 питания в блок питания для зарядки вторичных аккумуляторных устройств 342 за определенный период времени до применения инструмента 10, например, за тридцать минут. При зарядке вторичных аккумуляторных устройств 342 схема 344 управления зарядом может указать, что блок питания готов к применению. В этот момент сменный основной источник 340 питания можно удалить. В процессе эксплуатации пользователь инструмента 10 может затем активировать двигатель 65, например, активируя переключатель 314, в результате чего вторичные аккумуляторные устройства 342 подадут питание на двигатель 65. Таким образом, в таком варианте осуществления вместо подачи питания на двигатель 65 от

нескольких одноразовых аккумуляторных батарей можно применять одну одноразовую аккумуляторную батарею (в качестве основного источника 340 питания), а вторичные аккумуляторные устройства 342 могут быть многоразового использования. Однако следует отметить, что в альтернативных вариантах осуществления вторичные аккумуляторные устройства 342 могут быть не перезаряжаемыми и/или не многоразового использования. Вторичные аккумуляторы 342 можно применять с переключателем 312 выбора элементов, описанным выше применительно к Фиг. 12.

Схема 344 управления зарядом также может включать индикаторы (например, СИД или ЖК-дисплей), которые указывают, сколько заряда осталось во вторичных аккумуляторных устройствах 342. Таким образом, хирург (или другой пользователь инструмента 10) может видеть, сколько заряда осталось, в процессе операции, в которой задействован инструмент 10.

Схема 344 управления зарядом, как показано на Фиг. 15, может содержать измеритель 345 заряда для измерения заряда вторичных аккумуляторов 342. Схема 344 управления зарядом также может содержать энергонезависимую память 346, такую как флеш-память или ПЗУ, и один или более процессоров 348. Процессор (-ы) 348 могут быть соединены с памятью 346, чтобы управлять памятью. Кроме того, процессор (-ы) 348 могут быть соединены с измерителем 345 заряда, чтобы считывать показания и иным образом управлять измерителем 345 заряда. Кроме того, процессор (-ы) 348 могут управлять СИД или другими устройствами вывода схемы 344 управления зарядом. Процессор (-ы) 348 могут сохранять параметры инструмента 10 в памяти 346. Параметры могут включать параметры эксплуатации инструмента, которые регистрируются различными датчиками, которые могут быть установлены или использованы в инструменте 10, такие как, например, число пусков, уровни задействованных сил, величина промежутка сжатия между противоположными лопатками концевого эффектора 12, величина шарнирного поворота и т. д. Кроме того, параметры, хранимые в памяти 346, могут содержать значения идентификаторов (ID) различных компонентов инструмента 10, которые может считывать и сохранять схема 344 управления зарядом. Компоненты, имеющие такие ID, могут представлять собой сменные компоненты, такие как кассета 34 со скобами. ID может представлять собой, например, радиочастотные метки (RFID), которые схема 344 управления зарядом считывает посредством RFID-транспондера 350. RFID-транспондер 350 может считывать RFID с компонентов инструмента, таких как кассета 34 со скобами, которые включают RFID-метки. Значения ID могут считываться, сохраняться в памяти 346 и сравниваться процессором 348 со списком допустимых значений ID, хранящихся в памяти 346 или в ином хранилище, связанном со схемой управления зарядом, чтобы определить, например, является ли съемный/сменный компонент, связанный со считанным значением ID, аутентичным и/или надлежащим. В соответствии с различными вариантами осуществления, если процессор 348 определяет, что съемный/сменный компонент, связанный со считанным значением ID, не является аутентичным, схема 344 управления зарядом может не допустить применение блока питания инструмента 10, например, путем размыкания переключателя (не показан), что предотвратит подачу питания от блока питания на двигатель 65. В соответствии с различными вариантами осуществления, различные параметры, которые процессор 348 может оценивать для определения того, является ли компонент аутентичным и/или надлежащим, включают: код даты; модель/тип компонента; производитель; информация о регионе; предшествующие коды ошибок.

Схема 344 управления зарядом также может содержать интерфейс 352 ввода-вывода для взаимодействия с другим устройством, таким как описанное ниже. Таким образом,

параметры, хранящиеся в памяти 346, можно загрузить на другое устройство. Интерфейс 352 ввода-вывода может представлять собой, например, проводной или беспроводной интерфейс.

5 Как отмечалось выше, блок питания может содержать вторичные аккумуляторы 342, схему 344 управления зарядом и/или переключатель 316 прямого/обратного хода. В соответствии с различными вариантами осуществления, как показано на Фиг. 16, блок 299 питания может быть присоединен к заряжающей базе 362, которая, помимо прочего, может заряжать вторичные аккумуляторы 342 в блоке питания. Заряжающую базу 362 можно присоединять к блоку 299 питания путем асептического присоединения
10 заряжающей базы 362 к блоку 299 питания, когда источник питания установлен в инструмент 10. В других вариантах осуществления, где блок питания является съемным, заряжающую базу 362 можно присоединить к блоку 299 питания путем удаления блока 299 питания из инструмента 10 и присоединения его к заряжающей базе 362. В таких вариантах осуществления, после того как заряжающая база 362 достаточно зарядит
15 вторичные аккумуляторы 342, блок 299 питания можно асептически установить в инструмент 10.

Как показано на Фиг. 16, заряжающая база 362 может содержать источник 364 питания для зарядки вторичных аккумуляторов 342. Источник 364 питания заряжающей базы 362 может представлять собой, например, аккумуляторную батарею (или несколько
20 последовательно соединенных аккумуляторных батарей) или выпрямитель, который преобразует переменный ток, например, от сети электропитания, в постоянный ток, или любой другой подходящий источник питания для зарядки вторичных аккумуляторов 342. Заряжающая база 362 также может содержать индикаторные устройства, такие как СИД, ЖК-дисплей и т. д., чтобы показывать статус зарядки вторичных
25 аккумуляторов 342.

Кроме того, как показано на Фиг. 16, заряжающая база 362 может содержать один или более процессоров 366, одно или более устройств 368 памяти и интерфейсов 370, 372 ввода-вывода. При помощи первого интерфейса 370 ввода-вывода заряжающая база 362 может взаимодействовать с блоком 299 питания (посредством интерфейса 352
30 ввода-вывода блока питания). Таким образом, например, данные, хранящиеся в памяти 346 блока 299 питания, можно загрузить в память 368 заряжающей базы 362. Таким образом, процессор 366 может оценить значения ID съемных/сменных компонентов, загруженные из схемы 344 управления зарядом, и определить аутентичность и пригодность компонентов. Параметры эксплуатации, загруженные из схемы 344
35 управления зарядом, также можно сохранить в памяти 368, а затем можно загрузить на другое компьютерное устройство посредством второго интерфейса 372 ввода-вывода с целью оценки и анализа, например, в больничной системе, в которой выполняется операция с применением инструмента 10, в кабинете хирурга, дистрибьютором инструмента, производителем инструмента, и т. д.

40 Заряжающая база 362 также может содержать измеритель 374 заряда для измерения заряда вторичных аккумуляторов 342. Измеритель 374 заряда может обмениваться данными с процессором (-ами) 366, так что процессор (-ы) 366 могут определять в режиме реального времени пригодность блока 299 питания к применению для обеспечения высокой производительности.

45 В другом варианте осуществления, как показано на Фиг. 17, цепь аккумуляторной батареи может содержать регулятор 320 мощности для управления питанием, подаваемым устройствами 310 экономии электроэнергии на двигатель 65. Регулятор 320 мощности также может быть частью блока 299 питания или может являться

отдельным компонентом. Как отмечалось выше, двигатель 65 может представлять собой щеточный двигатель. Скорость щеточных двигателей по существу пропорциональна поданному входному напряжению. Регулятор 320 мощности может обеспечить подачу точно регулируемого выходного напряжения на двигатель 65, так что двигатель 65 будет работать с постоянной (или по существу постоянной) скоростью. В соответствии с различными вариантами осуществления, регулятор 320 мощности может содержать переключаемый преобразователь мощности, такой как комбинированный преобразователь, как показано в примере на Фиг. 17. Такой комбинированный преобразователь 320 может содержать переключатель 322 питания, такой как полевой транзистор (FET), выпрямитель 32, индукционную катушку 326 и конденсатор 328. При замыкании переключателя 322 питания источник входного напряжения (например, источники 310 питания) напрямую соединяется с индукционной катушкой 326, которая в этом состоянии запасает энергию. В этом состоянии конденсатор 328 подает энергию в выходную нагрузку (например, на двигатель 65). При размыкании переключателя питания 320 индукционная катушка 326 соединяется с выходной нагрузкой (например, двигателем 65) и конденсатором 328, в результате чего энергия передается из индукционной катушки 326 в конденсатор 328 и нагрузку 65. Цепь 330 управления может управлять переключателем 322 питания. Цепь 330 управления может использовать цифровые или аналоговые контуры управления. Кроме того, в других вариантах осуществления цепь 330 управления может принимать управляющую информацию от главного контроллера (не показан) посредством коммуникационного соединения, такого как последовательная или параллельная цифровая шина данных. Установочное значение напряжения на выходе регулятора 320 мощности может быть задано равным, например, половине напряжения разомкнутой цепи, при котором достигается максимальная мощность источника питания.

В других вариантах осуществления могут использоваться другие топологии преобразователя мощности, включая линейные или переключаемые преобразователи мощности. Другие переключаемые топологии, которые могут использоваться, включают обратноходовой преобразователь, прямой преобразователь, понижающий и повышающий преобразователь и преобразователь с несимметрично нагруженной первичной индуктивностью (SEPIC). Установочное значение напряжения для регулятора 320 мощности можно изменять в зависимости от того, сколько элементов аккумуляторной батареи применяется для подачи питания на двигатель 65. Кроме того, регулятор 320 мощности можно применять со вторичными аккумуляторными устройствами 342, показанными на Фиг. 13. Дополнительно в регулятор 320 мощности может быть встроен переключатель 316 прямого/обратного хода, хотя на Фиг. 17 он показан отдельно.

Аккумуляторные батареи, как правило, можно смоделировать идеальным источником напряжения и внутренним сопротивлением источника. В случае идеальной модели, когда сопротивления источника и нагрузки совпадают, в нагрузку передается максимальная мощность. На Фиг. 18 показана типичная кривая мощности аккумуляторной батареи. Когда цепь аккумуляторной батареи разомкнута, напряжение на аккумуляторной батарее высокое (при значении для разомкнутой цепи), а ток, проходящий от аккумуляторной батареи, равен нулю. Мощность, обеспечиваемая аккумуляторной батареей, также равна нулю. Чем больший ток проходит от аккумуляторной батареи, тем сильнее падает напряжение на аккумуляторной батарее. Питание, подаваемое аккумуляторной батареей, равно произведению тока и напряжения. Мощность достигает пика приблизительно на уровне напряжения меньшем, чем

напряжение разомкнутой цепи. Как показано на Фиг. 18, в большинстве химических типов аккумуляторных батарей при более высоком токе происходит резкое падение напряжения/мощности из-за химических особенностей или положительного температурного коэффициента (РТС), или из-за устройства защиты аккумуляторной

5

батарей. В частности, в вариантах осуществления, в которых для подачи питания на двигатель 65 в ходе операции применяется аккумуляторная батарея (или батареи), цепь 330 управления может отслеживать выходное напряжение и контролировать установочное значение регулятора 320 так, чтобы аккумуляторная батарея работала на «левой»

10

стороне кривой мощности или на той, где мощность повышается. Если аккумуляторная батарея достигает уровня пиковой мощности, цепь 330 управления может изменить (например, понизить) установочное значение регулятора так, чтобы от аккумуляторной батареи требовалась меньшая общая мощность. После этого двигатель 65 должен замедлиться. В таком случае требование мощности от блока питания не будет или редко

15

будет превосходить пик доступной мощности, так что можно будет избежать ситуации недостатка мощности в ходе операции.

Кроме того, в соответствии с другими вариантами осуществления, мощность, забираемую от аккумуляторной батареи, можно оптимизировать таким образом, чтобы химические реакции внутри элементов аккумуляторной батареи имели возможность

20

восстановиться, чтобы таким образом оптимизировать доступный ток и мощность аккумуляторной батареи. При импульсной нагрузке аккумуляторные батареи, как правило, обеспечивают более высокую мощность в начале импульса, чем ближе к концу импульса. Это обусловлено несколькими факторами, включая следующие: (1) РТС может изменять сопротивление в ходе импульса; (2) температура аккумуляторной

25

батарей может изменяться; и (3) скорость электрохимической реакции меняется из-за истощения электролита у катода, и скорость диффузии свежего электролита ограничивает скорость реакции. В соответствии с различными вариантами осуществления, цепь 330 управления может управлять преобразователем 320 так, чтобы он забирал от аккумуляторной батареи меньший ток, позволяя аккумуляторной батарее

30

восстановиться перед следующим импульсом. Как отмечалось выше, в соответствии с различными вариантами осуществления батарея 299 может содержать множество элементов 310 аккумуляторной батареи. На Фиг. 22 показан вариант осуществления с 6 (шестью) элементами 310 аккумуляторной батареи. Элементы 310 аккумуляторной батареи могут представлять собой, например,

35

основные литиевые аккумуляторные батареи. В соответствии с различными вариантами осуществления батарея 299 может иметь только часть внутренне присоединенных элементов аккумуляторной батареи. Например, как показано на Фиг. 22, элемент 310a присоединен к элементу 310b, элемент 310c присоединен к элементу 310d и элемент 310e присоединен к элементу 310f. Однако элемент 310b не присоединен к элементу 310c

40

внутри батареи и элемент 310d не присоединен к элементу 310e внутри батареи. Рукоятка 6 инструмента 10 в таких вариантах осуществления может содержать соединитель 1300 элементов аккумуляторной батареи, который соединяет элементы 310 последовательно только когда батарея 299 физически вставлена в инструмент 10. Например, соединитель 1300 может содержать положительный выходной контакт 1302, соединитель 1304,

45

который последовательно соединяет элемент 310b с элементом 310c, соединитель 1306, который соединяет элемент 310d с элементом 310e, и отрицательный выходной контакт 1308.

На Фиг. 23 показан вариант осуществления инструмента 10, в котором сменная

съемная батарея 299 установлена в рукоятку 6 инструмента 10. Как показано на Фиг. 23, соединитель 1300 элементов аккумуляторной батареи может быть встроен в рукоятку 6, так что при вставке батареи 299 в рукоятку 6 соединитель 1300 элементов аккумуляторной батареи осуществляет необходимые соединения элементов аккумуляторной батареи.

Несомненно, в других вариантах осуществления можно применять батареи с разным числом внутренних элементов и разным числом внутренне присоединенных элементов. Например, на Фиг. 24 показан вариант осуществления с шестью элементами 310a-f, где два набора по три элемента (элементы 310a-c и элементы 310d-f) соединены вместе.

Описываемые в настоящем документе устройства могут быть выполнены с возможностью утилизации после разового применения или могут быть выполнены с возможностью применения множество раз. Однако в любом случае устройство можно восстановить для повторного применения после по меньшей мере одного применения. Восстановление может включать любую комбинацию стадий разборки устройства с последующей очисткой или заменой конкретных частей и дальнейшей сборки. В частности, устройство можно разобрать и любое число конкретных деталей или частей устройства можно избирательно заменить или удалить в любой комбинации. После очистки и/или замены конкретных частей устройство можно собрать вновь для последующего применения либо в мастерской по восстановлению, либо силами хирургической бригады непосредственно перед хирургическим вмешательством. Специалистам в данной области будет очевидно, что для восстановления устройства можно использовать самые разные методики разборки, очистки/замены и повторной сборки. Применение таких методик, а также полученное восстановленное устройство входят в объем настоящей заявки.

Предпочтительно, чтобы описанные в настоящем документе различные варианты осуществления изобретения были обработаны перед началом хирургической операции. Сначала, после получения нового или уже использованного инструмента, его при необходимости очищают. Затем инструмент можно стерилизовать. В одной методике стерилизации инструмент помещают в закрытый и герметичный контейнер, такой как термоформируемая пластиковая оболочка с покрытием из материала Тайвек (TYVEK). Контейнер и инструмент затем помещают в поле излучения, которое способно проникнуть в контейнер, такого как гамма-излучение, рентгеновское излучение или быстрые электроны. Излучение убивает бактерии на инструменте и в контейнере. Стерилизованный инструмент может затем храниться в стерильном контейнере. Запечатанный контейнер сохраняет инструмент стерильным до его вскрытия в медицинском учреждении.

Предпочтительно осуществлять стерилизацию устройства. Это можно осуществлять несколькими способами, известными специалистам в данной области, включая бета- или гамма-излучение, оксид этилена, пар и другие способы.

Несмотря на то что настоящее изобретение проиллюстрировано с помощью описания нескольких вариантов осуществления и проиллюстрированные варианты осуществления описаны достаточно подробно, заявитель не имеет намерения ограничить или иным образом лимитировать объем изобретения такими подробностями. Дополнительные преимущества и модификации могут быть очевидными для специалистов в данной области. Различные варианты осуществления настоящего изобретения представляют обширные улучшения по сравнению с прежними способами сшивания скобами, которые требуют применения скоб различных размеров в одной кассете, чтобы получить скобы, имеющих различные сформированные (конечные) значения высот.

Соответственно, настоящее изобретение обсуждается в контексте эндоскопических операций и устройств. Однако в настоящем документе термин «эндоскопический» не должен считаться ограничивающим настоящее изобретение рамками хирургического сшивающего и рассекающего инструмента для применения только в сочетании с эндоскопической трубкой (то есть троакаром). Наоборот, предполагается, что настоящее изобретение может найти применение в любой операции, где ограничен доступ, включая, без ограничений, лапароскопические операции, а также операции из открытого доступа. Более того, уникальные и новые аспекты различных вариантов осуществления настоящего изобретения с использованием кассет со скобами могут находить применение в сочетании с другими формами сшивающих устройств, не отходя от сущности и объема настоящего изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Хирургический инструмент, содержащий:
 - концевой эффектор, содержащий подвижный пусковой элемент;
 - электрический двигатель для активации пускового элемента;
 - цепь управления приводом для управления двигателем, причем цепь управления приводом содержит:
 - источник питания;
 - устройство накопления заряда; и
 - средство управления для:
 - в первом случае - присоединения электрического двигателя к источнику питания для подачи питания на двигатель от источника питания;
 - во втором случае - присоединения электрического двигателя к источнику питания для подачи питания на двигатель от источника питания и одновременного присоединения устройства накопления заряда к источнику питания не последовательно с двигателем для зарядки устройства накопления заряда; и
 - в третьем случае - последовательного присоединения устройства накопления заряда к источнику питания для подачи питания на электрический двигатель от источника питания и устройства накопления заряда.
2. Хирургический инструмент по п. 1, в котором подвижный пусковой элемент содержит по меньшей мере один из режущего инструмента и выталкивателя скоб.
3. Хирургический инструмент по п. 1, в котором устройство накопления заряда содержит по меньшей мере один из конденсатора и конденсатора большой емкости.
4. Хирургический инструмент по п. 1, в котором:
 - в первом случае первый переключатель и четвертый переключатель закрыты, а второй переключатель и третий переключатель открыты;
 - во втором случае первый переключатель, третий переключатель и четвертый переключатель закрыты, а второй переключатель открыт;
 - в третьем случае второй переключатель и четвертый переключатель закрыты, а первый переключатель и третий переключатель открыты;
 - в четвертом случае первый переключатель и третий переключатель закрыты, а второй переключатель и четвертый переключатель открыты.
5. Хирургический инструмент по п. 1, в котором:
 - в первом случае второй переключатель и третий переключатель открыты, по меньшей мере один из первого и четвертого переключателей закрыты и пятый переключатель закрыт; и
 - во втором случае третий переключатель и четвертый переключатель закрыты, второй

переключатель открыт и по меньшей мере один первого переключателя и пятого переключателя закрыты;

в третьем случае второй переключатель и четвертый переключатель закрыты, а первый переключатель, третий переключатель и пятый переключатель открыты;

5 в четвертом случае первый переключатель и третий переключатель закрыты, а второй переключатель, четвертый переключатель и пятый переключатель открыты.

6. Хирургический инструмент по п. 1, в котором источник питания содержит множество последовательно соединенных элементов аккумуляторной батареи.

7. Хирургический инструмент по п. 6, дополнительно содержащий переключатель
10 выбора элемента батареи, присоединенный к источнику питания, для присоединения в первом состоянии всех элементов батареи к двигателю, а во втором состоянии - части элементов батареи к двигателю.

8. Хирургический инструмент по п. 1, в котором подвижный пусковой элемент содержит дисковый режущий концевой эффектор или линейный режущий концевой
15 эффектор.

9. Хирургический инструмент по п. 1, в котором подвижный пусковой элемент содержит режущий инструмент, при этом цепь управления приводом дополнительно содержит цепь управления током, присоединенную к источнику питания, для изменения
20 тока, подаваемого на двигатель от источника питания, так чтобы двигатель имел по меньшей мере:

первый, маломощный режим эксплуатации для первой части цикла режущего хода режущего инструмента; и

второй, высокомоощный режим эксплуатации для второй части цикла режущего хода режущего инструмента.

25 10. Хирургический инструмент по п. 1, в котором:

двигатель содержит по меньшей мере две обмотки; и

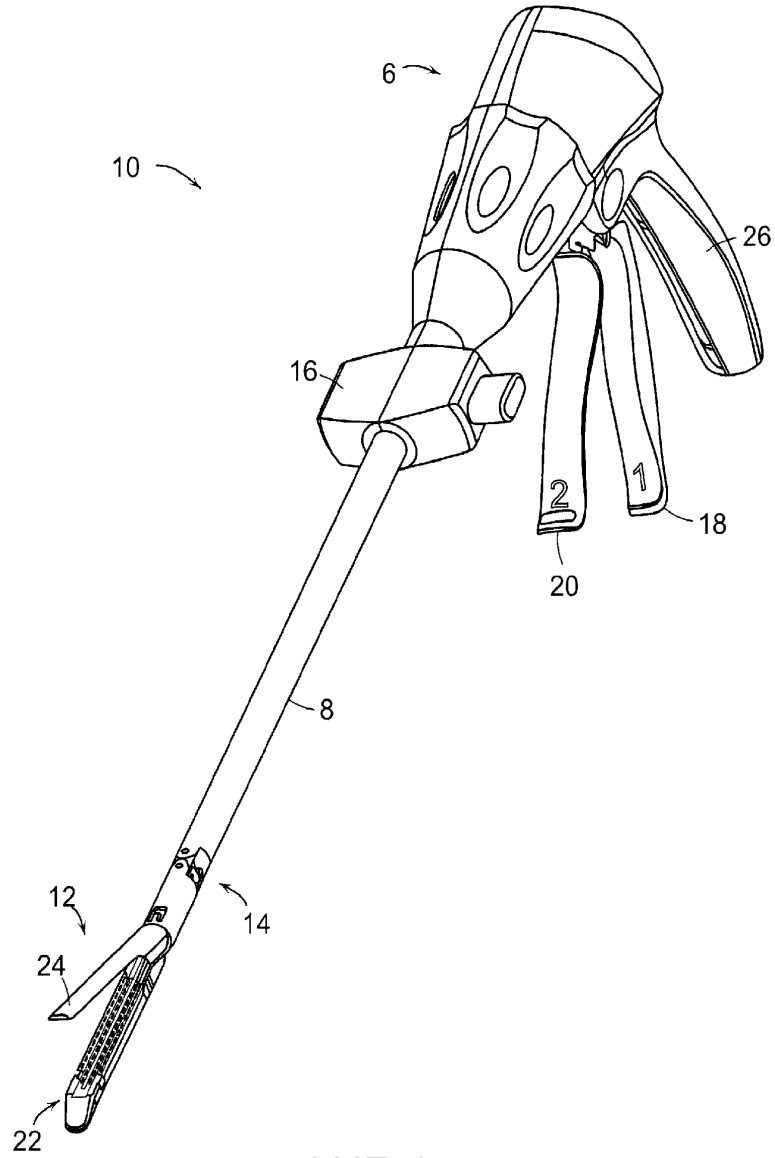
цепь управления приводом предназначена для избирательного соединения по меньшей мере двух обмоток последовательно или параллельно.

30

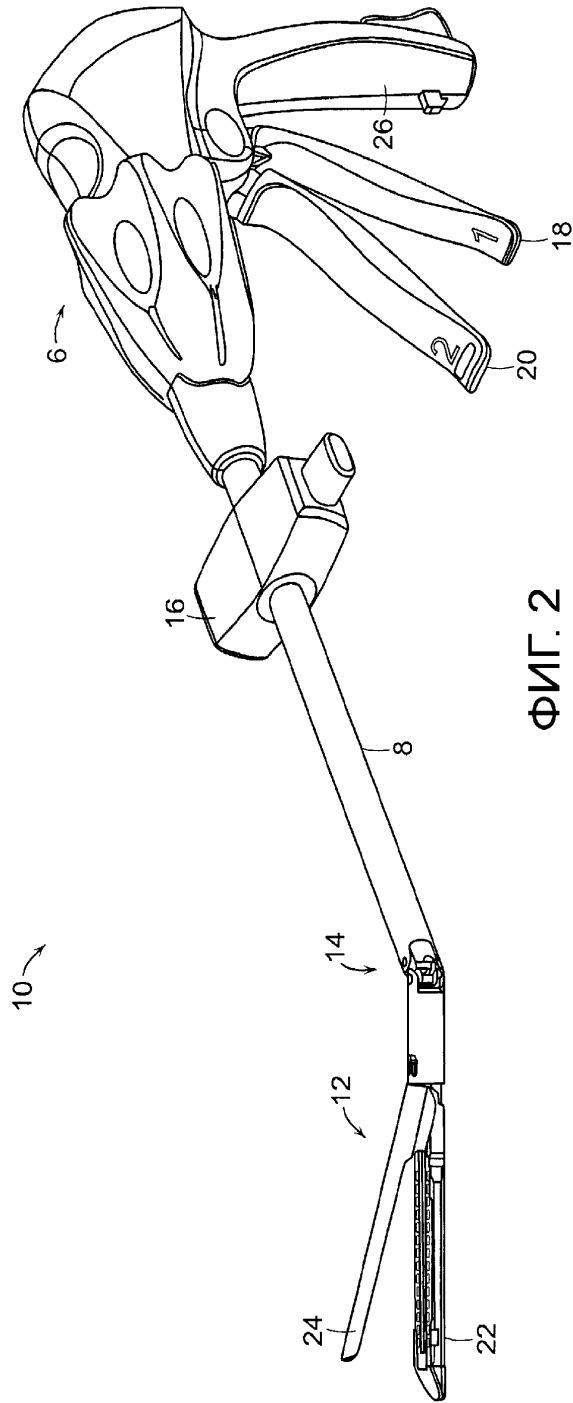
35

40

45

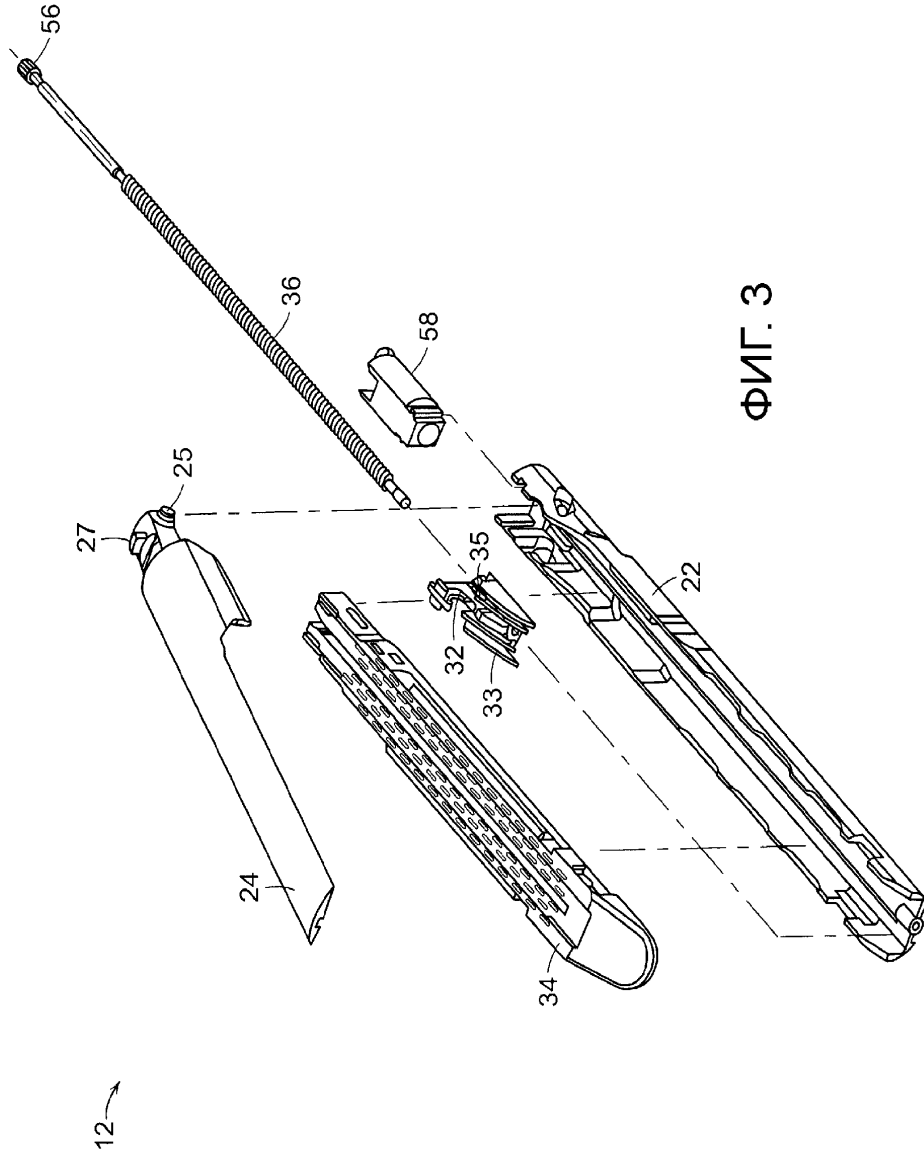


ФИГ. 1

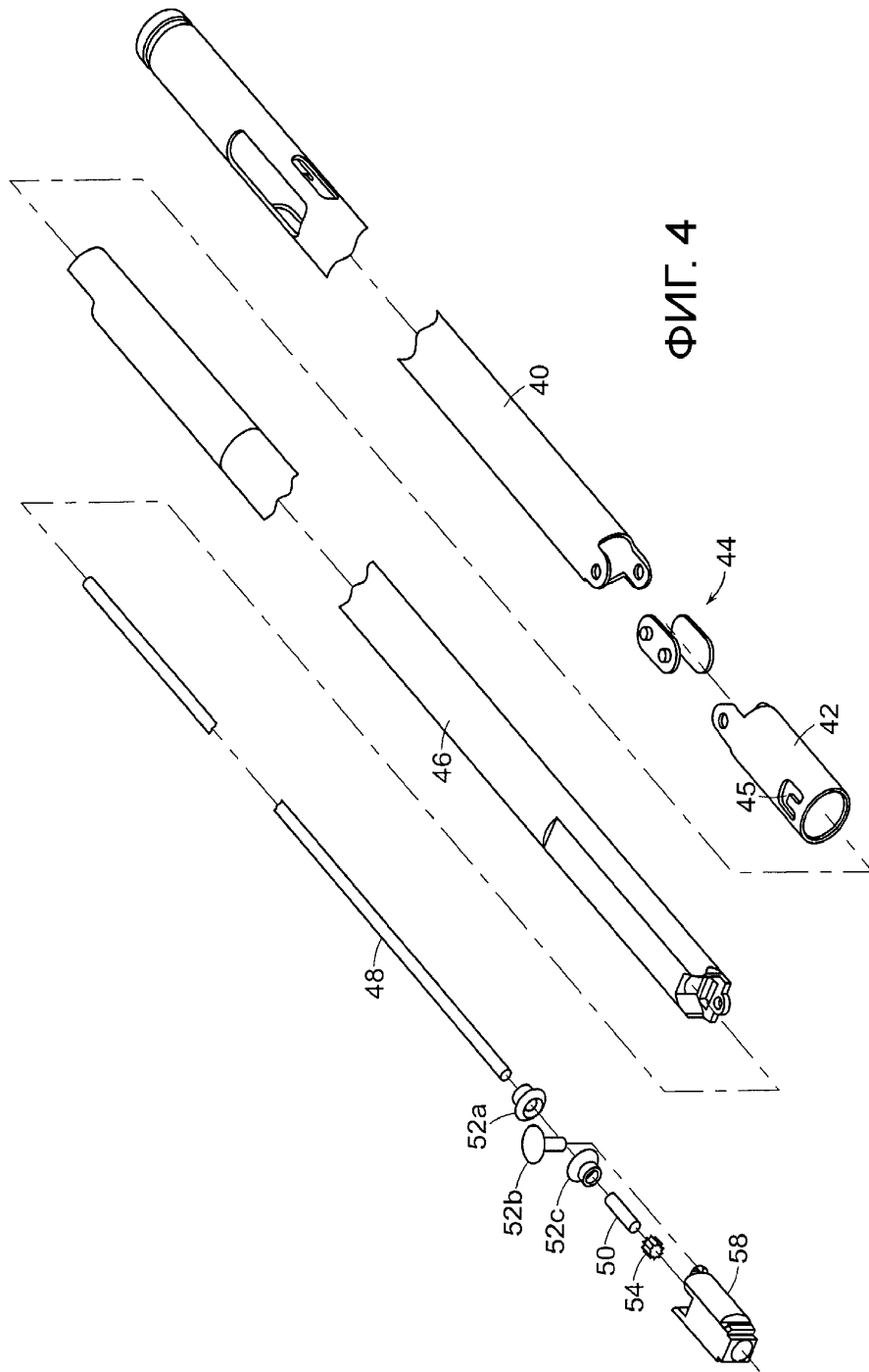


ФИГ. 2

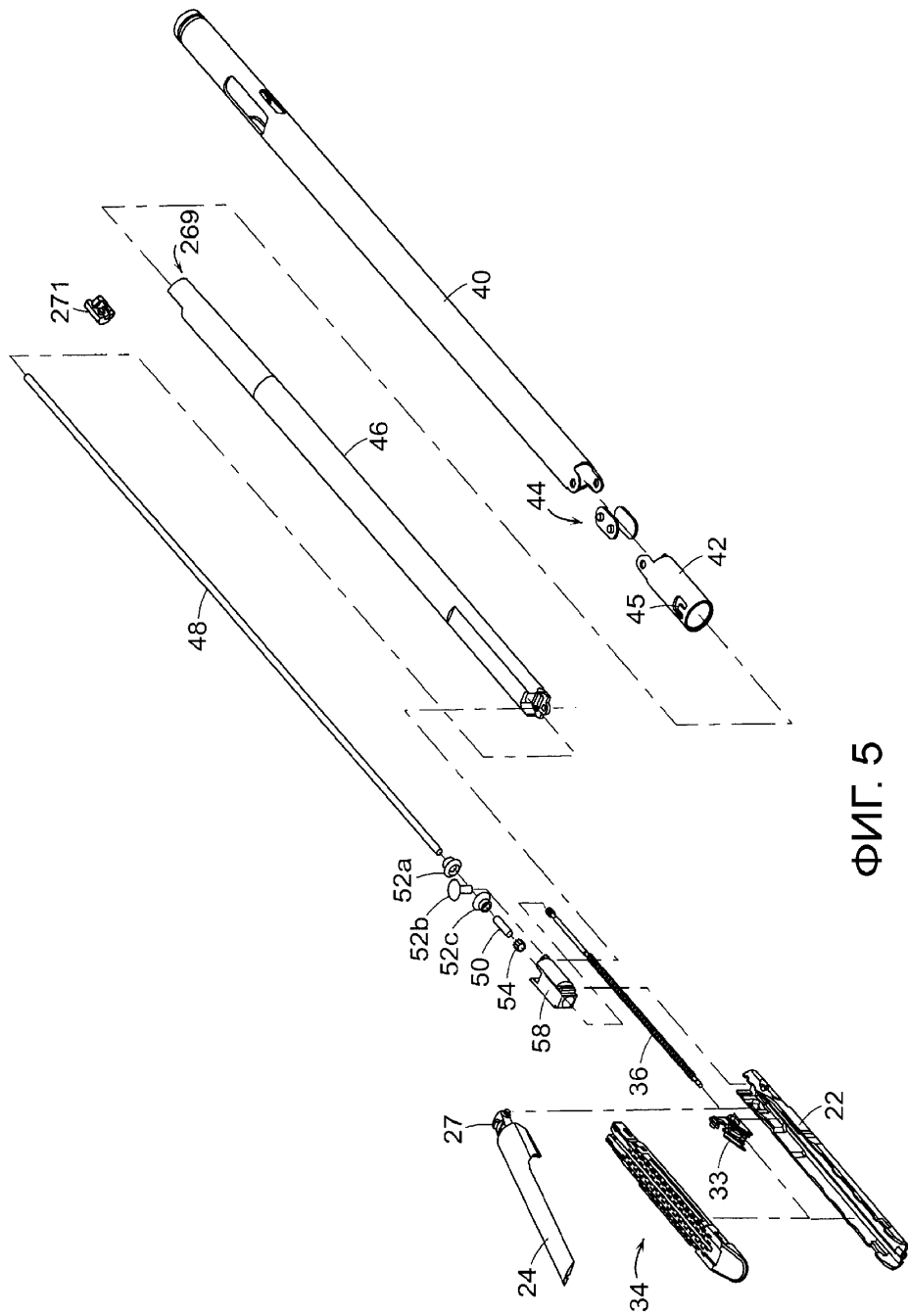
3/23



ФИГ. 3

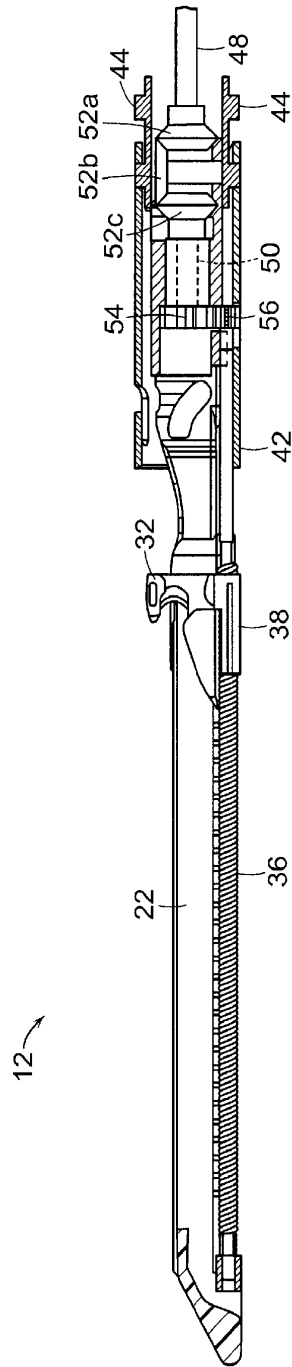


5/23



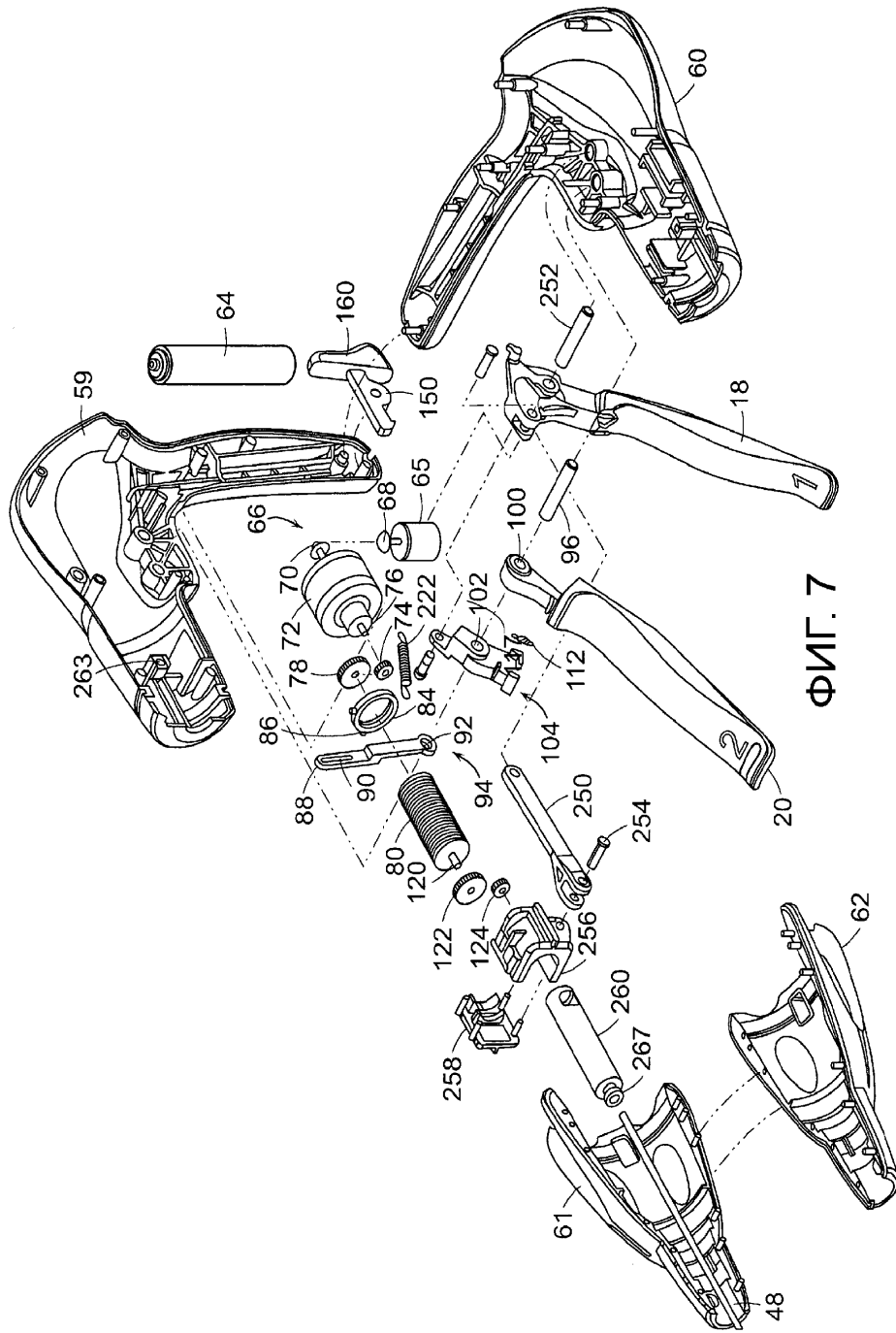
ФИГ. 5

6/23

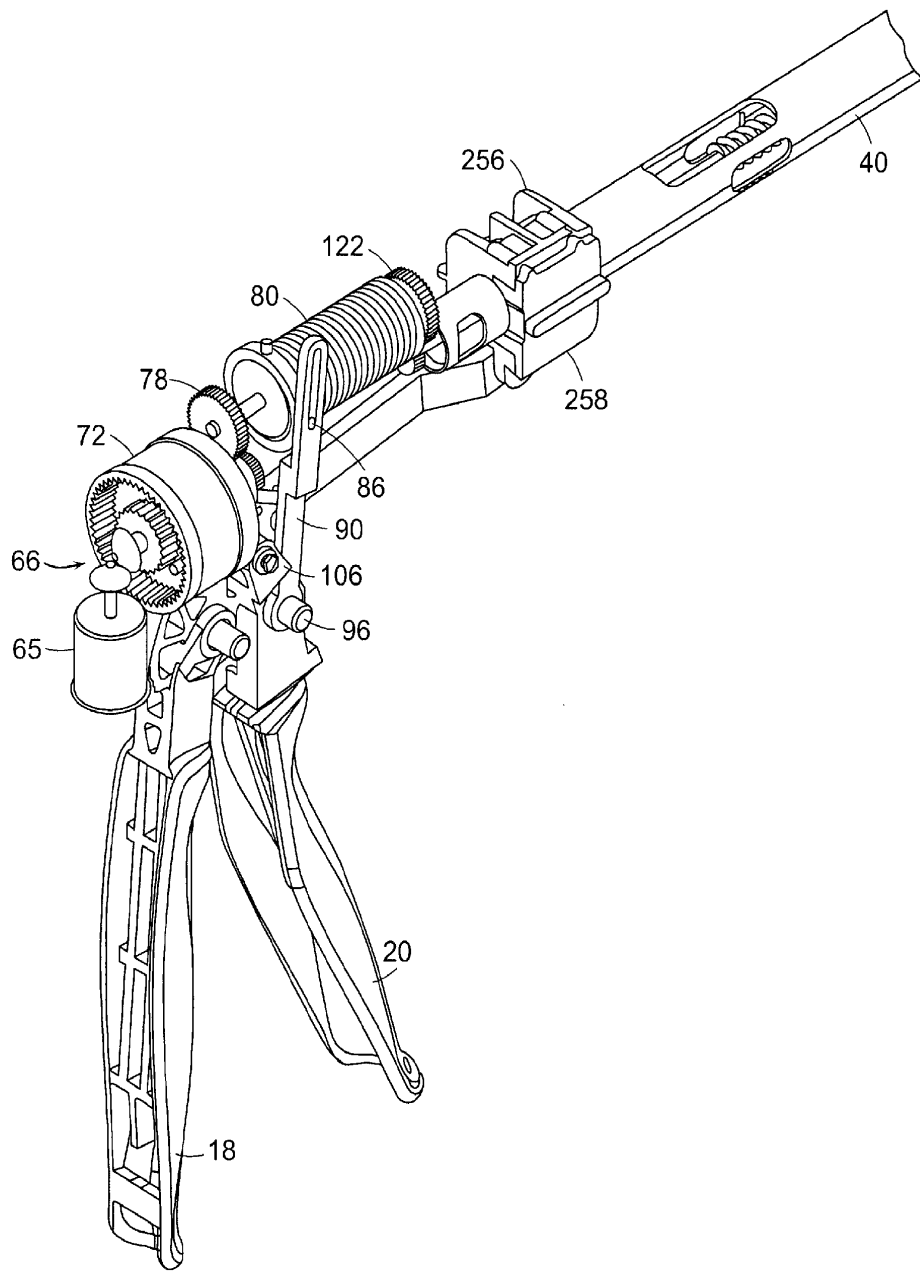


ФИГ. 6

7/23

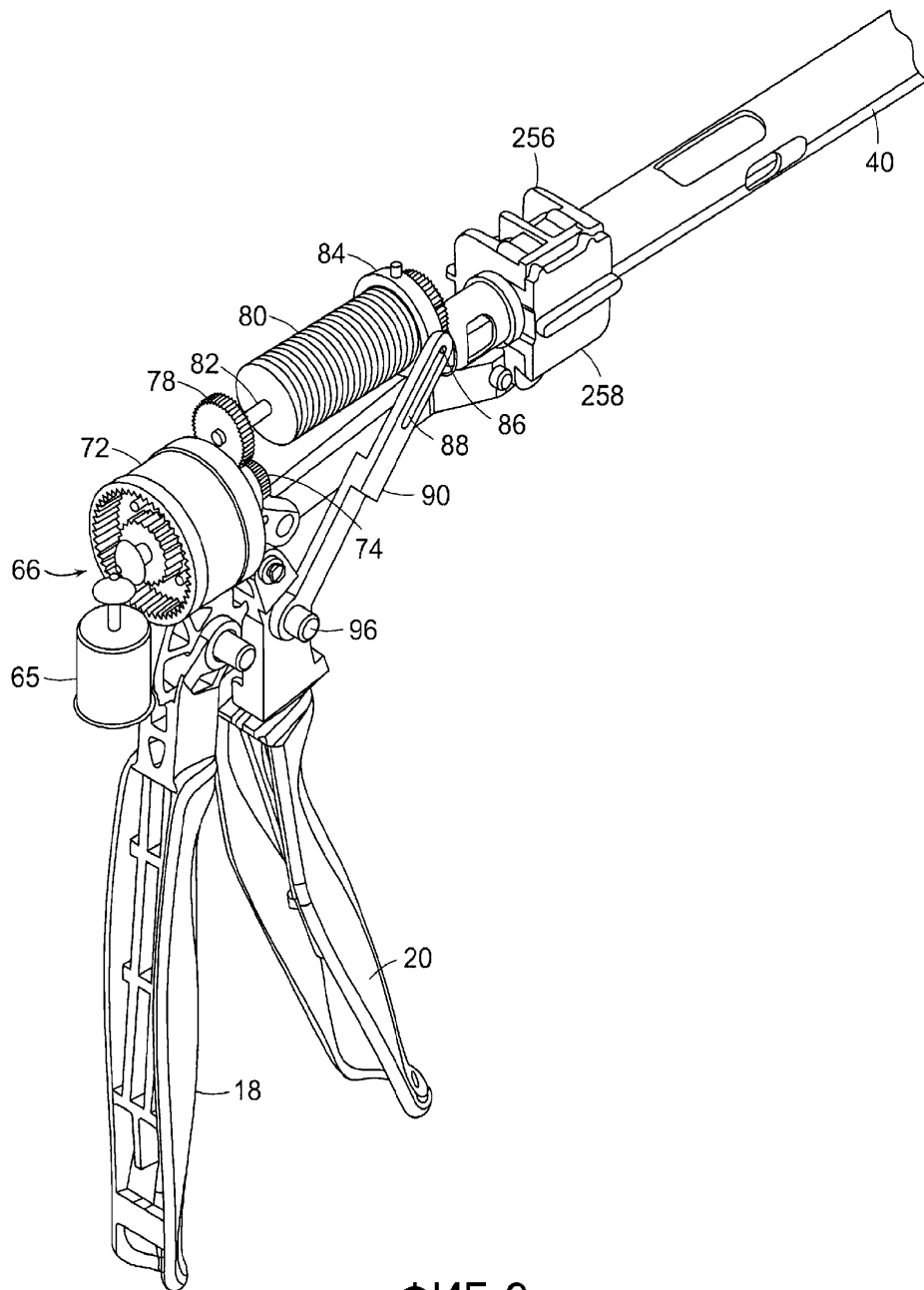


8/23



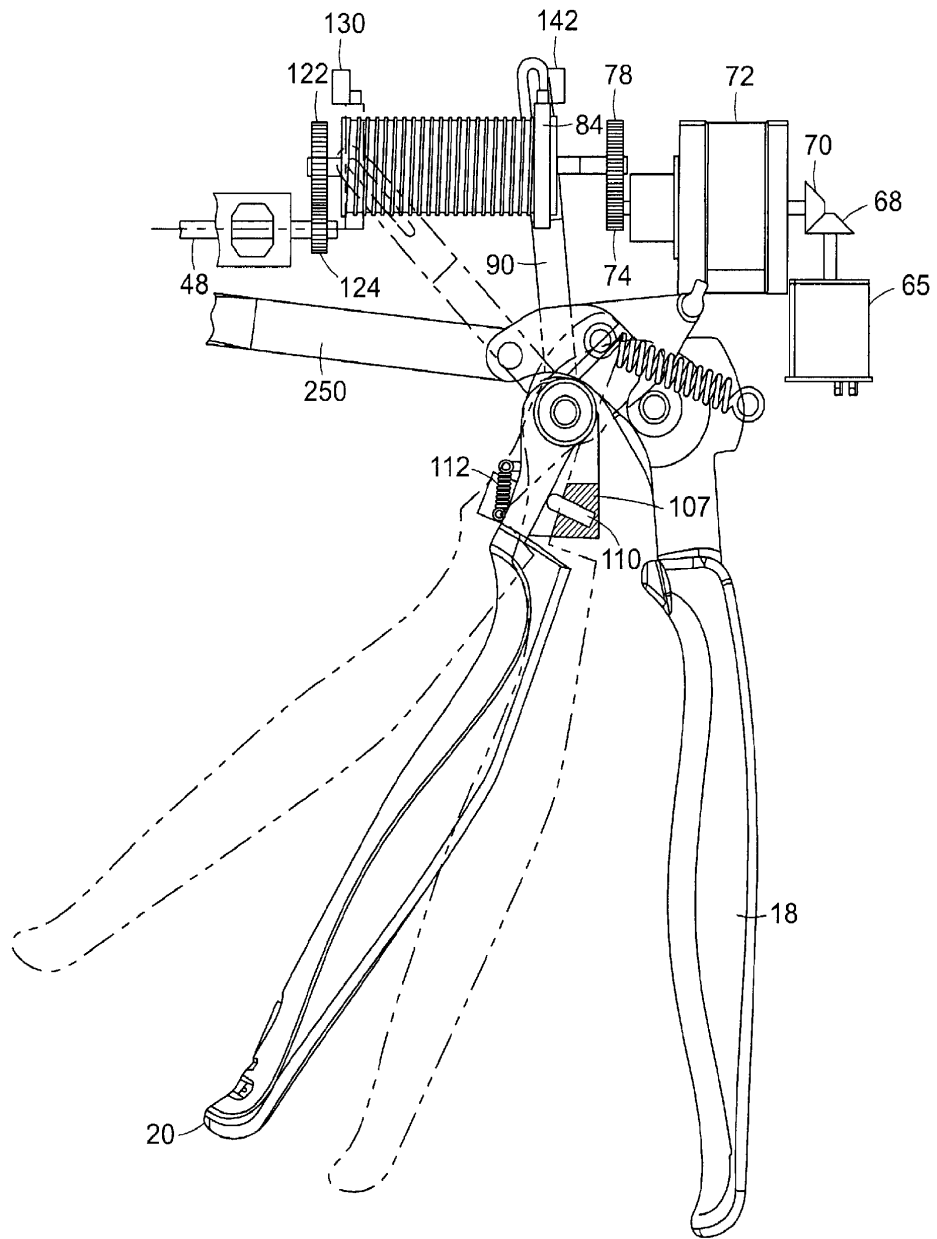
ФИГ. 8

9/23

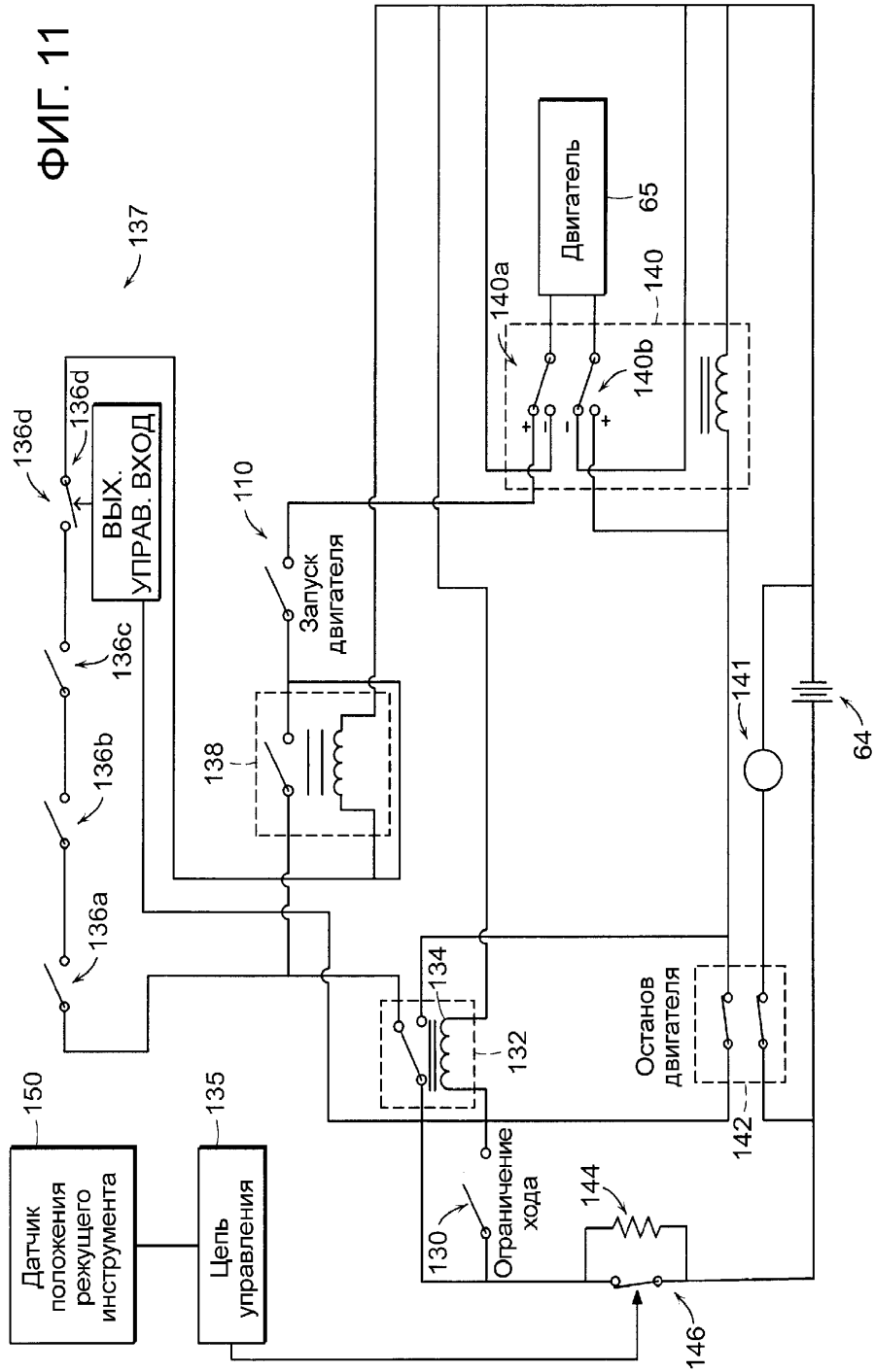


ФИГ. 9

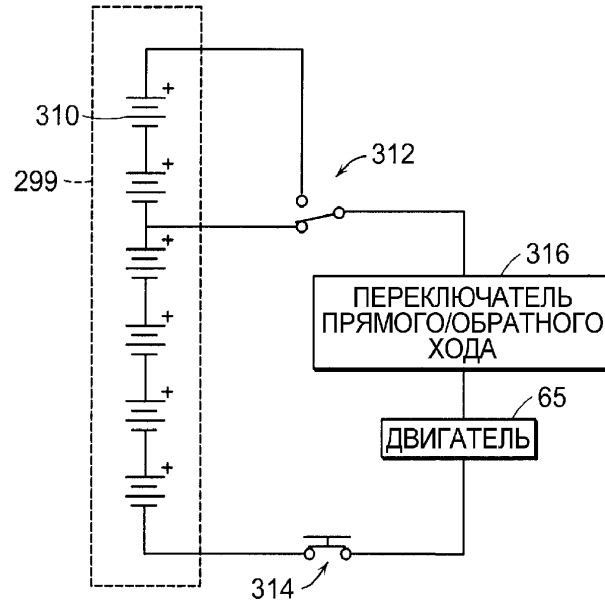
10/23



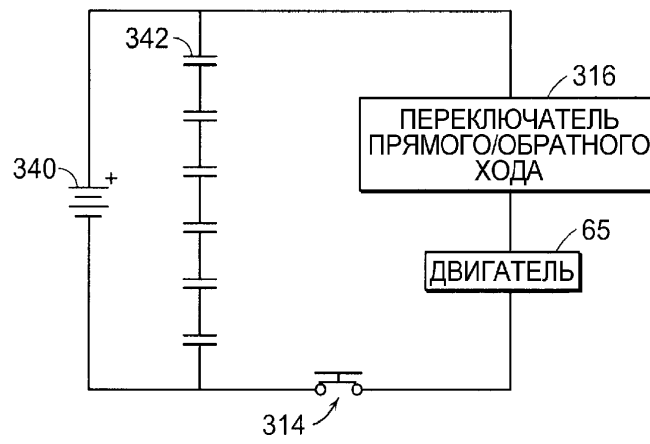
ФИГ. 10



12/23

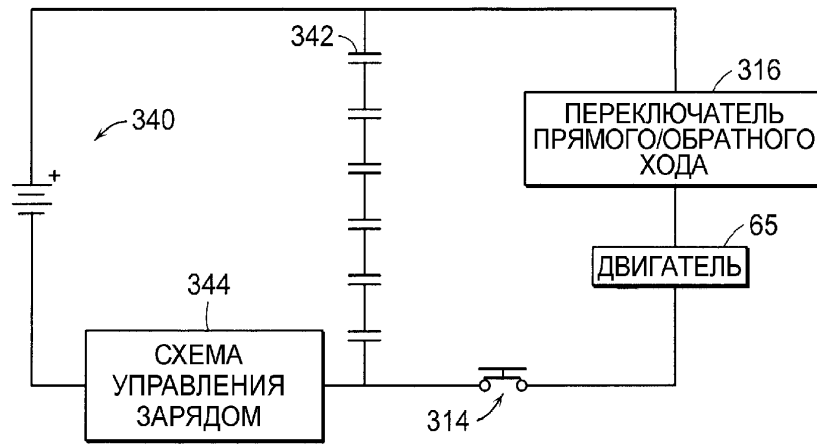


ФИГ. 12

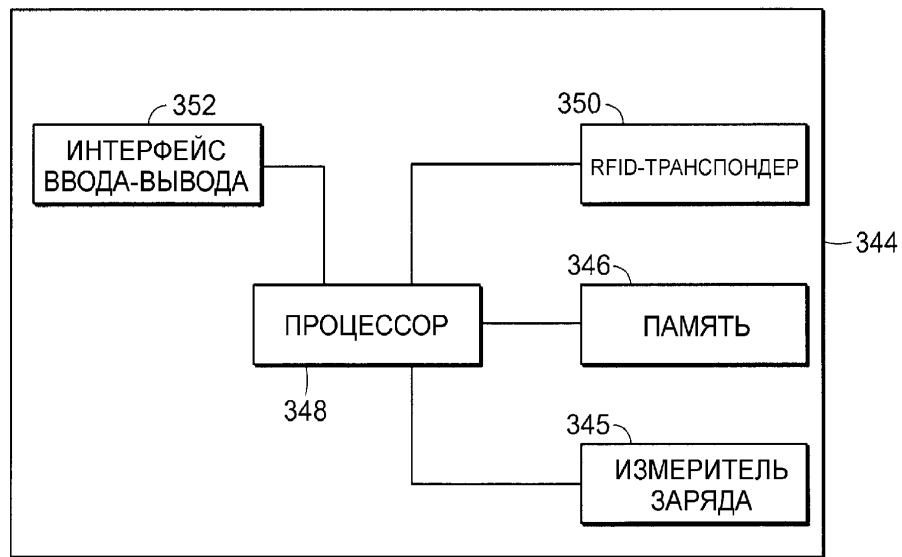


ФИГ. 13

13/23

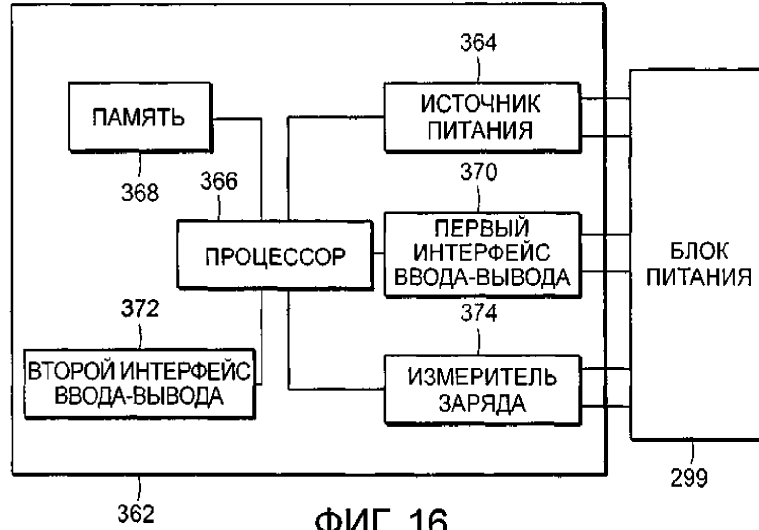


ФИГ. 14

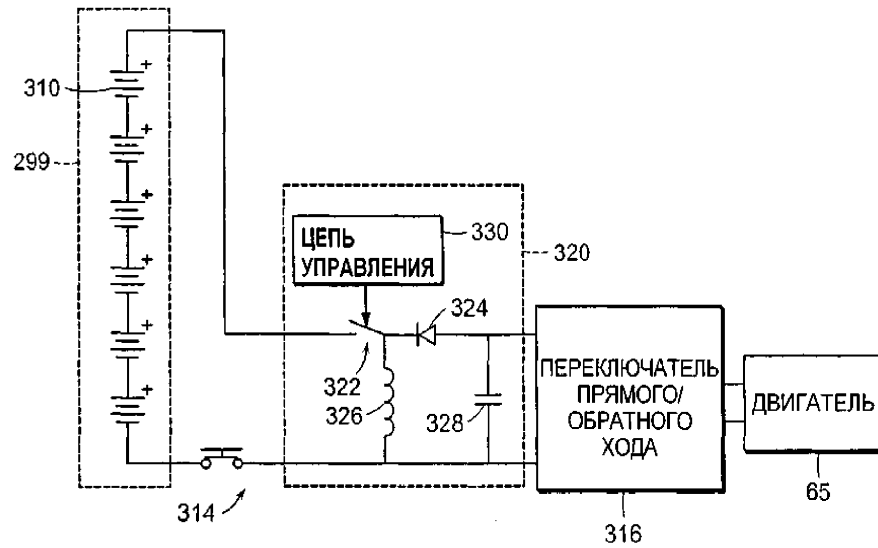


ФИГ. 15

14/23

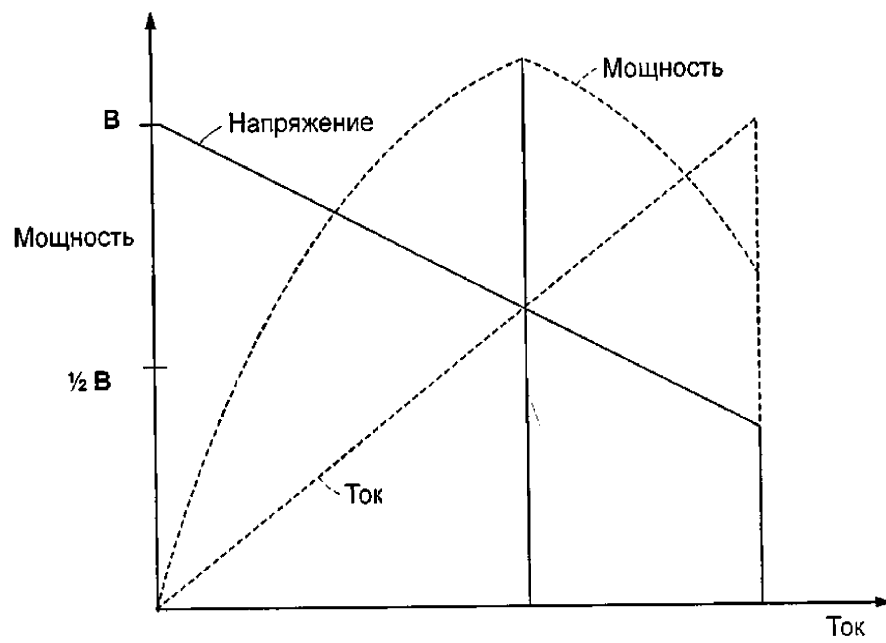


ФИГ. 16

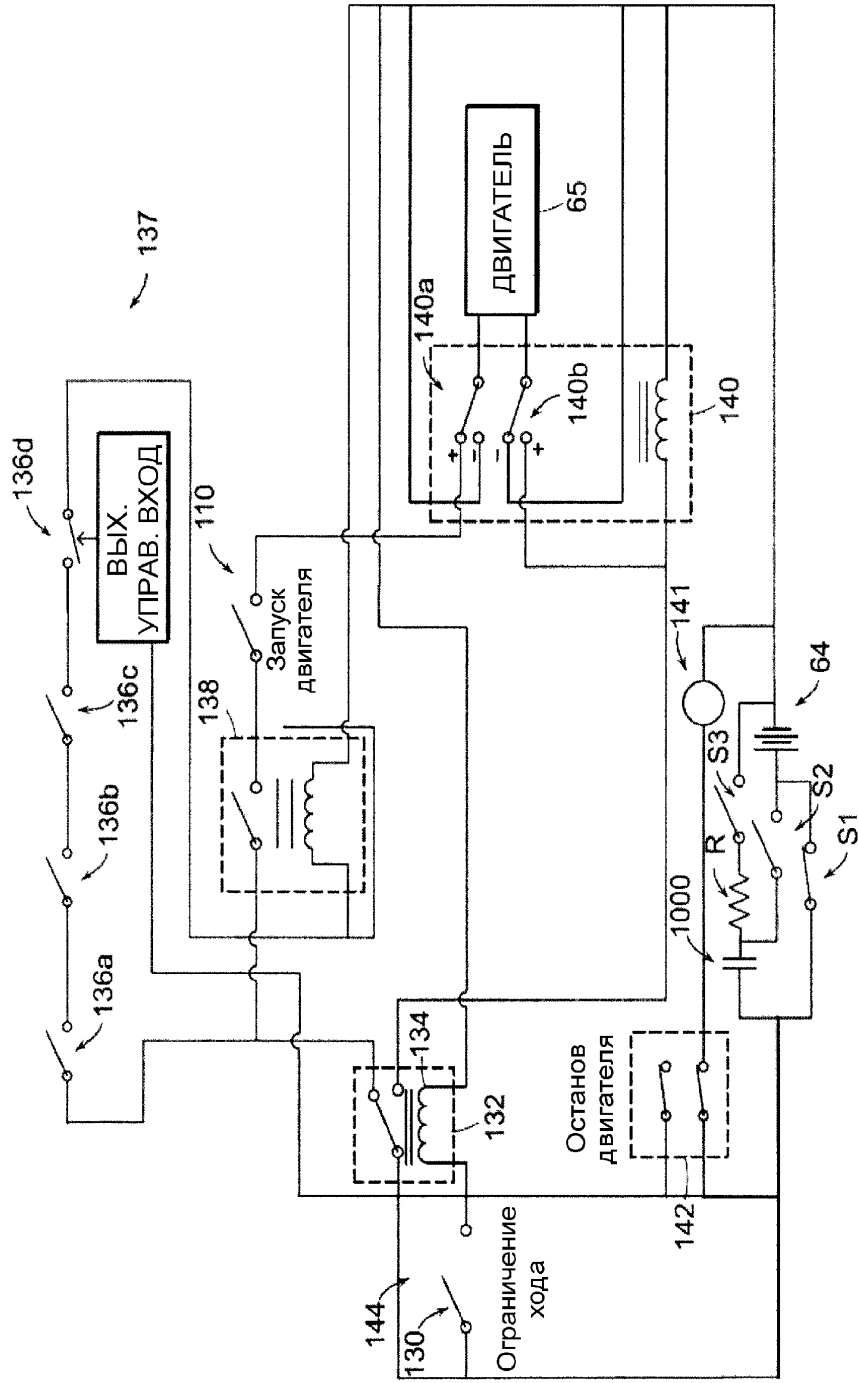


ФИГ. 17

15/23

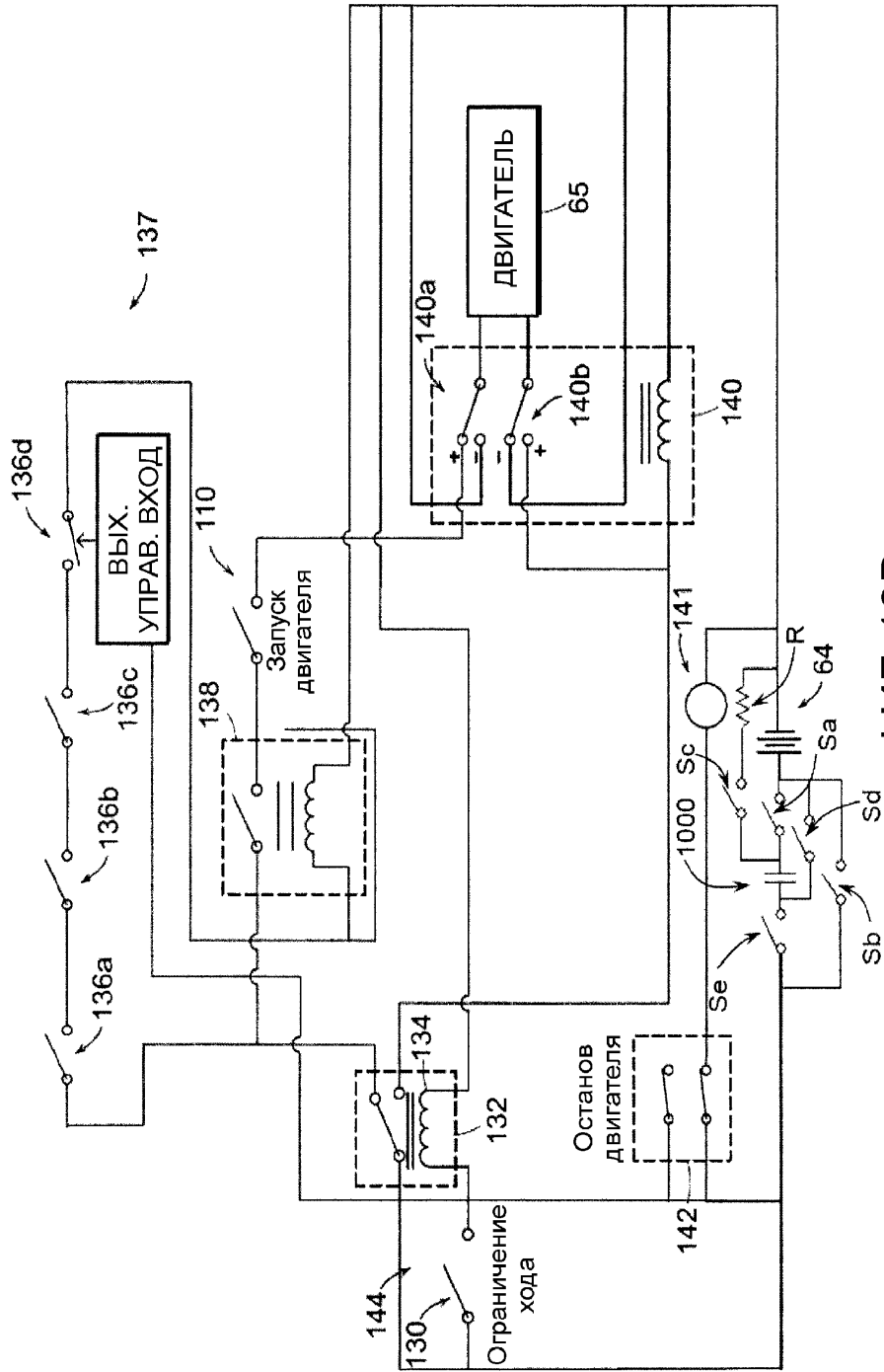


ФИГ. 18

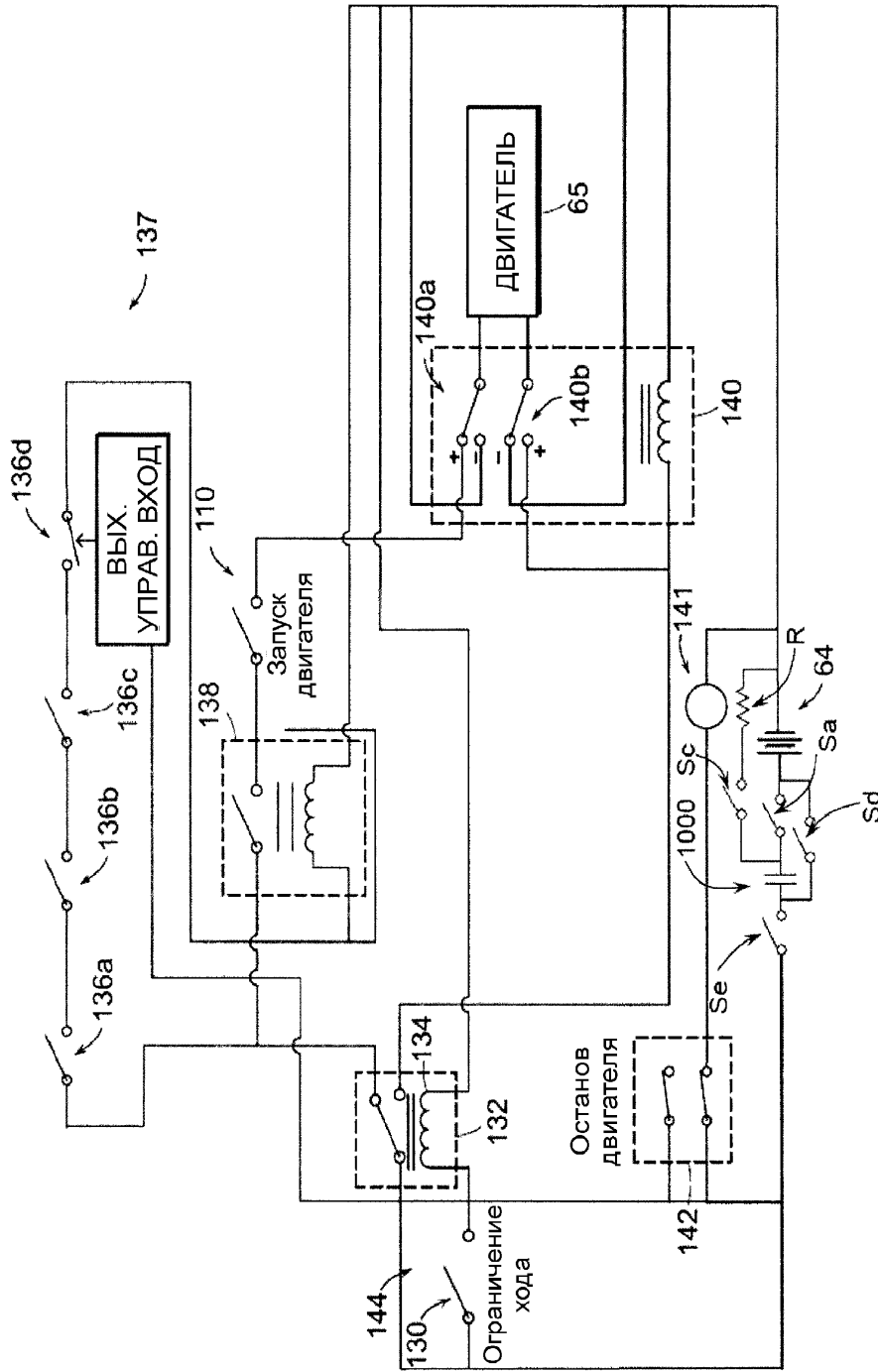


ФИГ. 19А

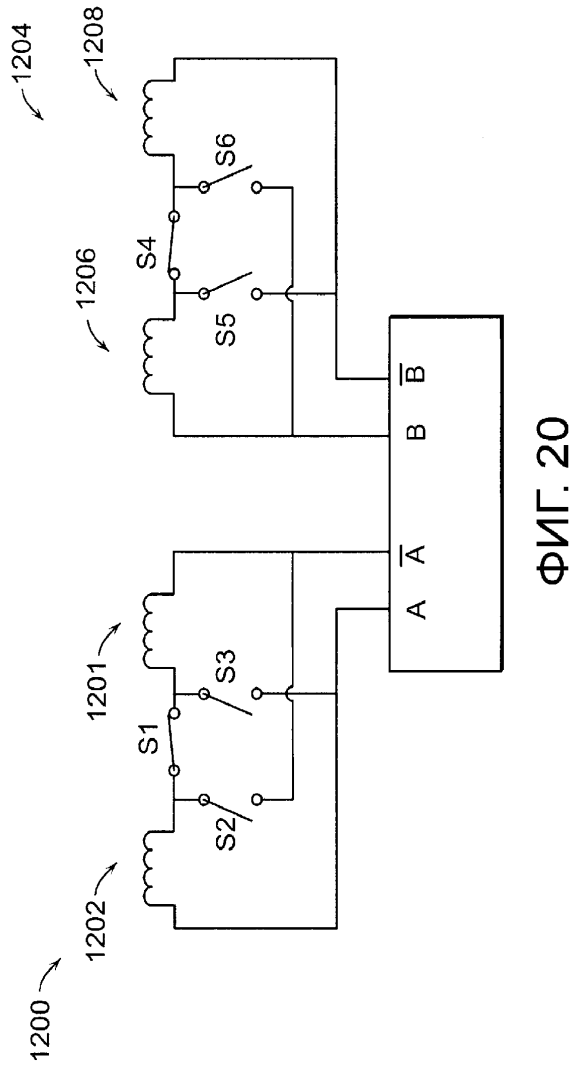
17/23



ФИГ. 19В

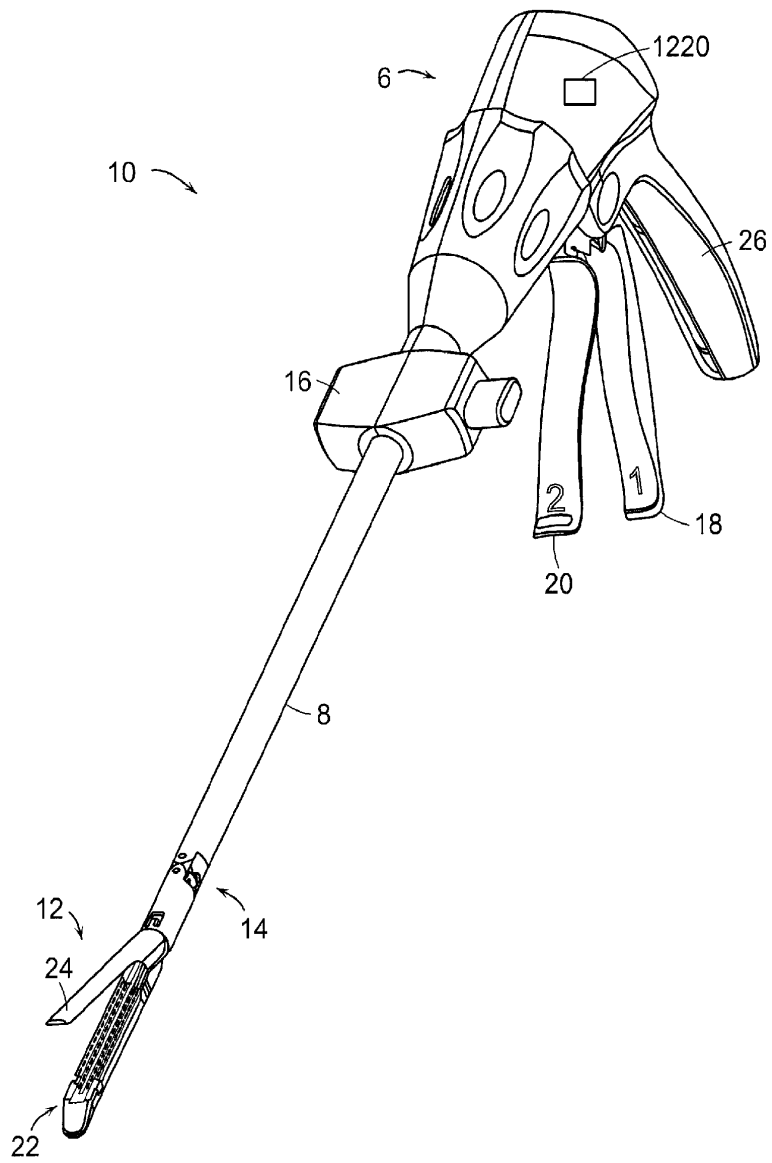


ФИГ. 19С

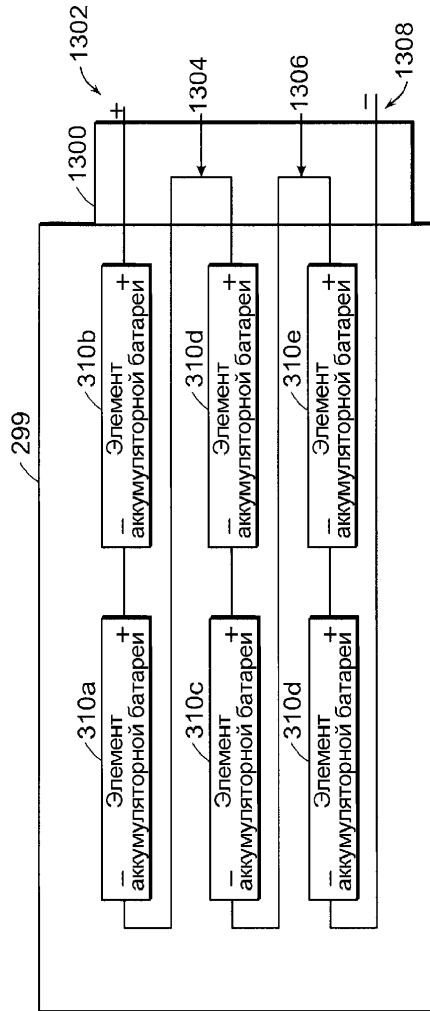


ФИГ. 20

20/23

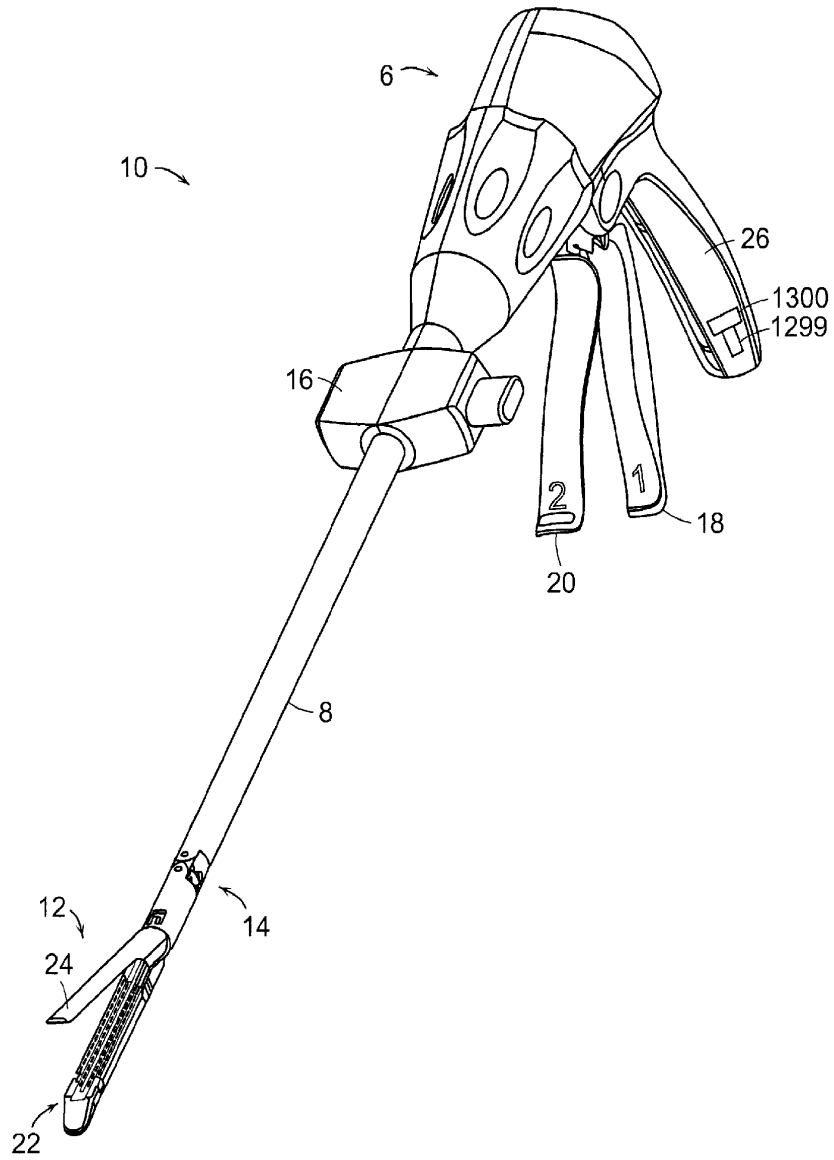


ФИГ. 21

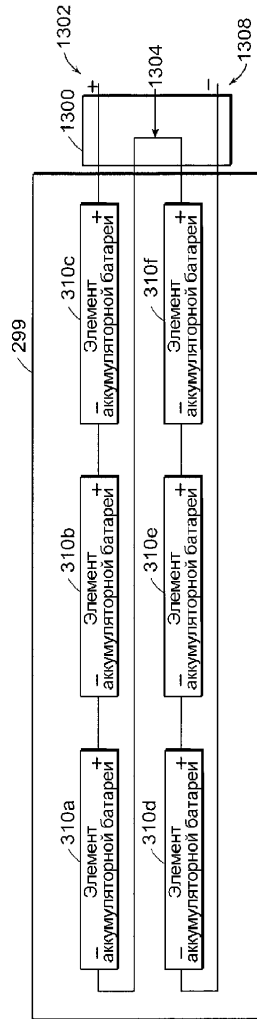


ФИГ. 22

22/23



ФИГ. 23



ФИГ. 24