



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61B 17/00 (2020.02); A61B 17/07207 (2020.02); G01R 19/00 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2018114665, 20.09.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.09.2016Дата регистрации:
22.07.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
23.09.2015 US 14/862,455

(43) Дата публикации заявки: 25.10.2019 Бюл. № 30

(45) Опубликовано: 22.07.2020 Бюл. № 21

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 23.04.2018(86) Заявка РСТ:
US 2016/052576 (20.09.2016)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/053257 (30.03.2017)

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

ЙЭЙТС, Дэвид К. (US),
ШЕЛТОН, IV, Фредерик Э. (US)(73) Патентообладатель(и):
ЭТИКОН ЭлЭлСи (US)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: EP 2724674 A2, 30.04.2014. JP
H05226945 A, 03.09.1993. EP 277538 A2,
17.09.2014. RU 2525740 C2, 20.08.2014.(54) ХИРУРГИЧЕСКИЙ СШИВАЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ С УПРАВЛЕНИЕМ ДВИГАТЕЛЕМ НА
ОСНОВЕ ТОКОВОГО ЗЕРКАЛА

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к медицинской технике. Хирургический сшивающий инструмент содержит приводную систему; электрический двигатель, механически соединенный с приводной системой; батарею, электрически подключаемую к электрическому двигателю; и систему управления, электрически соединенную с электрическим двигателем. Система управления содержит цепь с мостовым управлением, содержащую переключающие устройства; и цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную

с цепью с мостовым управлением. Система управления выполнена с возможностью управления усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании тока, измеренного в узле цепи с токовым зеркалом. Упомянутый узел электрически соединен параллельно с цепью с мостовым управлением. Раскрыты альтернативные варианты выполнения хирургического сшивающего инструмента, отличающиеся средствами управления усилием. Технический результат состоит в обеспечении

возможности генерировать и прилагать
различные управляющие воздействия с учетом

тока электродвигателя. 4 н. и 17 з.п. ф-лы, 36 ил.

RU 2 7 2 7 5 9 4 C 2

RU 2 7 2 7 5 9 4 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

A61B 17/00 (2020.02); **A61B 17/07207** (2020.02); **G01R 19/00** (2020.02)(21)(22) Application: **2018114665, 20.09.2016**(24) Effective date for property rights:
20.09.2016Registration date:
22.07.2020

Priority:

(30) Convention priority:
23.09.2015 US 14/862,455(43) Application published: **25.10.2019 Bull. № 30**(45) Date of publication: **22.07.2020 Bull. № 21**(85) Commencement of national phase: **23.04.2018**(86) PCT application:
US 2016/052576 (20.09.2016)(87) PCT publication:
WO 2017/053257 (30.03.2017)

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**YATES, David C. (US),
SHELTON, IV, Frederick E. (US)**

(73) Proprietor(s):

ETHICON LLC (US)(54) **SURGICAL SUTURING INSTRUMENT WITH CURRENT MIRROR MOTOR CONTROL**

(57) Abstract:

FIELD: medical equipment.

SUBSTANCE: surgical stapling instrument comprises a drive system; an electric motor mechanically connected to the drive system; battery electrically connected to electric motor; and a control system electrically connected to the electric motor. Control system comprises a bridge-controlled circuit comprising switching devices; and a current mirror circuit electrically connected to the bridge-controlled circuit. Control system is configured to control force

applied to drive system based on current measured in circuit assembly with current mirror. Said unit is electrically connected in parallel to the bridge-controlled circuit. Disclosed are alternative versions of surgical stapling tools differing by means of force control.

EFFECT: technical result consists in enabling generation and application of various control actions taking into account electric motor current.

21 cl, 36 dwg

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение, описанное в настоящем документе, относится к хирургическим инструментам и в различных вариантах осуществления к хирургическим сшивающим и режущим инструментам и предназначенным для применения с ними кассетам со скобами.

Сшивающий инструмент может содержать две взаимодействующие продолговатые бранши, каждая из которых выполнена с возможностью введения в тело пациента и расположения относительно сшиваемых и/или разрезаемых тканей. В различных вариантах осуществления изобретения одна из браншей может поддерживать кассету со скобами с по меньшей мере двумя содержащимися в ней рядами скоб, расположенными в латеральном направлении, а вторая бранша может поддерживать упор с формирующими скобку углублениями, совмещенными с рядами скоб в кассете со скобами. По существу, сшивающий инструмент может дополнительно содержать стержень-толкатель и лезвие скальпеля, которые выполнены с возможностью скольжения относительно браншей для последовательного выталкивания скоб из кассеты со скобами посредством кулачковых поверхностей на стержне-толкателе и/или кулачковых поверхностей на клиновидных салазках, которые проталкиваются стержнем-толкателем. В по меньшей мере одном варианте осуществления изобретения кулачковые поверхности могут быть выполнены с возможностью приведения в движение множества выталкивателей скоб, находящихся в кассете и связанных со скобами, чтобы проталкивать скобки к упору и формировать расположенные в латеральном направлении ряды изогнутых скоб в тканях, зажатых между браншами. В по меньшей мере одном варианте осуществления изобретения лезвие скальпеля может следовать по кулачковым поверхностям и разрезать ткани вдоль линии между рядами скоб.

Изложенное выше описание предназначено лишь для иллюстрации различных аспектов соответствующей технологии в области применения изобретения в настоящее время, и его не следует рассматривать как ограничение объема формулы изобретения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Различные элементы вариантов осуществления, описанные в настоящем документе, наряду с их преимуществами, могут быть понятны после изучения представленного ниже описания вместе с сопроводительными чертежами, причем:

на ФИГ. 1 представлен вид в перспективе хирургического инструмента, который имеет сменный узел ствола, функционально с ним соединенный;

на ФИГ. 2 представлен вид в сборе с пространственным разделением компонентов сменного узла ствола и хирургического инструмента, изображенных на ФИГ. 1;

на ФИГ. 3 представлен другой вид в сборе с пространственным разделением компонентов сменного узла ствола и хирургического инструмента, изображенных на ФИГ. 1 и 2;

на ФИГ. 4 представлен вид в сборе с пространственным разделением компонентов части хирургического инструмента, показанного на ФИГ. 1-3;

На ФИГ. 5 представлен вид сбоку в поперечном разрезе участка хирургического инструмента, изображенного на ФИГ. 4, с пусковым крючком в полностью активированном положении;

На ФИГ. 6 представлен другой вид в поперечном разрезе участка хирургического инструмента, изображенного на ФИГ. 5, с пусковым крючком в неактивированном положении;

на ФИГ. 7 представлен вид в сборе с пространственным разделением одной формы сменного узла ствола;

на ФИГ. 8 представлен другой вид в сборе с пространственным разделением частей сменного узла ствола, показанного на ФИГ. 7;

на ФИГ. 9 представлен другой вид в сборе с пространственным разделением частей сменного узла ствола, показанного на ФИГ. 7 и 8;

5 на ФИГ. 10 представлен вид в поперечном сечении части сменного узла ствола, показанного на ФИГ. 7-9;

на ФИГ. 11 представлен вид в перспективе части узла ствола, показанного на ФИГ. 7-10, с барабаном переключателя, исключенным для ясности;

10 на ФИГ. 12 представлен другой вид в перспективе части сменного узла ствола, показанного на ФИГ. 11, с барабаном переключателя, установленным на нем;

на ФИГ. 13 представлен вид в перспективе части сменного узла ствола, показанного на ФИГ. 11, функционально соединенной с частью хирургического инструмента, показанного на ФИГ. 1, с его закрывающим спусковым механизмом в неактивированном положении;

15 на ФИГ. 14 представлен вид справа в вертикальной проекции сменного узла ствола и хирургического инструмента, изображенных на ФИГ. 13;

на ФИГ. 15 представлен вид слева в вертикальной проекции сменного узла ствола и хирургического инструмента, изображенных на ФИГ. 13 и 14;

20 на ФИГ. 16 представлен вид в перспективе части сменного узла ствола, показанного на ФИГ. 11, функционально соединенной с частью хирургического инструмента, показанного на ФИГ. 1, с его закрывающим спусковым механизмом в активированном положении и пусковым крючком в неактивированном положении;

на ФИГ. 17 представлен вид справа в вертикальной проекции сменного узла ствола и хирургического инструмента, изображенных на ФИГ. 16;

25 на ФИГ. 18 представлен вид слева в вертикальной проекции сменного узла ствола и хирургического инструмента, изображенных на ФИГ. 16 и 17;

на ФИГ. 18А представлен вид справа в вертикальной проекции сменного узла ствола, показанного на ФИГ. 11, функционально соединенного с частью хирургического инструмента, показанного на ФИГ. 1, с его закрывающим спусковым механизмом в активированном положении и пусковым крючком в неактивированном положении;

30 на ФИГ. 19 представлена схема системы отключения питания на электрическом разъеме рукоятки хирургического инструмента, когда узел ствола с ней не соединен;

на ФИГ. 20 представлен вид с пространственным разделением одного компонента концевой эффектора хирургического инструмента, изображенного на ФИГ. 1;

35 на ФИГ. 21А-21В представлена принципиальная схема цепи хирургического инструмента, показанного на ФИГ. 1, занимающая два листа графических материалов;

на ФИГ. 22 изображен один вариант узла питания, содержащего цепь цикла использования, выполненную с возможностью подсчета количества циклов использования батарейного блока;

40 на ФИГ. 23 изображен один аспект процесса для последовательной подачи питания на сегментированную цепь;

на ФИГ. 24 изображен один аспект сегмента питания, содержащего множество последовательно подключенных преобразователей мощности;

45 на ФИГ. 25 изображен один аспект сегментированной цепи, выполненной с возможностью максимального увеличения подачи питания для критических и/или энергоемких функций;

на ФИГ. 26 изображен один аспект системы питания, содержащей множество последовательно подключенных преобразователей мощностей, выполненных с

возможностью последовательного питания;

на ФИГ. 27 изображен один аспект сегментированной цепи, содержащей изолированный участок управления;

на ФИГ. 28, которая разделена на ФИГ. 28А и 28В, представлена принципиальная схема цепи хирургического инструмента, показанного на ФИГ. 1;

на ФИГ. 29 представлена блок-схема хирургического инструмента, показанного на ФИГ. 1, на которой изображены интерфейсы между узлом 14 рукоятки и узлом питания, а также между узлом 14 рукоятки и сменным узлом ствола;

на ФИГ. 30 представлено упрощенное изображение различных вариантов осуществления хирургического сшивающего инструмента;

на ФИГ. 31 представлено более подробное изображение хирургического сшивающего инструмента, показанного на ФИГ. 30, в соответствии с различными вариантами осуществления;

на ФИГ. 32 представлено более подробное изображение хирургического сшивающего инструмента, показанного на ФИГ. 30, в соответствии с различными вариантами осуществления;

на ФИГ. 33 представлено упрощенное изображение различных вариантов осуществления хирургического сшивающего инструмента; и

на ФИГ. 34 представлено более подробное изображение хирургического сшивающего инструмента, показанного на ФИГ. 33, в соответствии с различными вариантами осуществления.

Соответствующие элементы на разных видах обозначаются соответствующими условными обозначениями. Иллюстративные примеры, представленные в данном документе, демонстрируют различные варианты осуществления настоящего изобретения в одной из его форм. Эти иллюстративные примеры не должны истолковываться как ограничивающие объем изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Заявителю настоящей заявки принадлежат нижеуказанные заявки на патенты, поданные в тот же день, причем каждая из них полностью включена в настоящий документ путем ссылки:

заявка на патент США № _____, озаглавленная SURGICAL STAPLER HAVING DOWNSTREAM CURRENT-BASED MOTOR CONTROL; досье патентного поверенного № END7660USNP/150095;

заявка на патент США № _____, озаглавленная SURGICAL STAPLER HAVING MOTOR CONTROL BASED ON A DRIVE SYSTEM COMPONENT; досье патентного поверенного № END7661USNP/150096;

заявка на патент США № _____, озаглавленная SURGICAL STAPLER HAVING TEMPERATURE-BASED MOTOR CONTROL; досье патентного поверенного № END7662USNP/150097;

заявка на патент США № _____, озаглавленная SURGICAL STAPLER HAVING MAGNETIC FIELD-BASED MOTOR CONTROL; досье патентного поверенного № END7663USNP/150098;

заявка на патент США № _____, озаглавленная SURGICAL STAPLER HAVING FORCE-BASED MOTOR CONTROL; досье патентного поверенного № END7664USNP/150099; и

заявка на патент США № _____, озаглавленная SURGICAL STAPLER HAVING MOTOR CONTROL BASED ON AN ELECTRICAL PARAMETER RELATED TO A MOTOR CURRENT; досье патентного поверенного № END7666USNP/150101.

Заявителю настоящей заявки принадлежат представленные ниже заявки на патенты, поданные 6 марта 2015 г., каждая из которых полностью включена в настоящий документ путем ссылки:

- заявка на патент США № 14/640,746, озаглавленная POWERED SURGICAL INSTRUMENT;
- заявка на патент США № 14/640,765, озаглавленная SYSTEM FOR DETECTING THE MIS-INSERTION OF A STAPLE CARTRIDGE INTO A SURGICAL STAPLER;
- заявка на патент США № 14/640,780, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT COMPRISING A LOCKABLE BATTERY HOUSING;
- заявка на патент США № 14/640,795, озаглавленная MULTIPLE LEVEL THRESHOLDS TO MODIFY OPERATION OF POWERED SURGICAL INSTRUMENTS;
- заявка на патент США № 14/640,799, озаглавленная SIGNAL AND POWER COMMUNICATION SYSTEM POSITIONED ON A ROTATABLE SHAFT;
- заявка на патент США № 14/640,817, озаглавленная INTERACTIVE FEEDBACK SYSTEM FOR POWERED SURGICAL INSTRUMENTS;
- заявка на патент США № 14/640,831, озаглавленная MONITORING SPEED CONTROL AND PRECISION INCREMENTING OF MOTOR FOR POWERED SURGICAL INSTRUMENTS;
- заявка на патент США № 14/640,832, озаглавленная ADAPTIVE TISSUE COMPRESSION TECHNIQUES TO ADJUST CLOSURE RATES FOR MULTIPLE TISSUE TYPES;
- заявка на патент США № 14/640,837, озаглавленная SMART SENSORS WITH LOCAL SIGNAL PROCESSING;
- заявка на патент США № 14/640,844, озаглавленная CONTROL TECHNIQUES AND SUB-PROCESSOR CONTAINED WITHIN MODULAR SHAFT WITH SELECT CONTROL PROCESSING FROM HANDLE;
- заявка на патент США № 14/640,859, озаглавленная TIME DEPENDENT EVALUATION OF SENSOR DATA TO DETERMINE STABILITY, CREEP, AND VISCOELASTIC ELEMENTS OF MEASURES; и
- заявка на патент США № 14/640,935, озаглавленная OVERLAID MULTI SENSOR RADIO FREQUENCY (RF) ELECTRODE SYSTEM TO MEASURE TISSUE COMPRESSION.

Заявителю настоящей заявки принадлежат представленные ниже заявки на патенты, поданные 27 февраля 2015 г., каждая из которых полностью включена в настоящий документ путем ссылки:

- заявка на патент США № 14/633,526, озаглавленная ADAPTABLE SURGICAL INSTRUMENT HANDLE;
- заявка на патент США № 14/633,541, озаглавленная MODULAR STAPLING ASSEMBLY;
- заявка на патент США № 14/633,542, озаглавленная REINFORCED BATTERY FOR A SURGICAL INSTRUMENT;
- заявка на патент США № 14/633,546, озаглавленная SURGICAL APPARATUS CONFIGURED TO ASSESS WHETHER A PERFORMANCE PARAMETER OF THE SURGICAL APPARATUS IS WITHIN AN ACCEPTABLE PERFORMANCE BAND;
- заявка на патент США № 14/633,548, озаглавленная POWER ADAPTER FOR A SURGICAL INSTRUMENT;
- заявка на патент США № 14/633,555, озаглавленная SYSTEM FOR MONITORING WHETHER A SURGICAL INSTRUMENT NEEDS TO BE SERVICED;
- заявка на патент США № 14/633 560, озаглавленная SURGICAL CHARGING SYSTEM

THAT CHARGES AND/OR CONDITIONS ONE OR MORE BATTERIES;

заявка на патент США № 14/633,562, озаглавленная SURGICAL APPARATUS CONFIGURED TO TRACK AN END-OF-LIFE PARAMETER;

заявка на патент США № 14/633,566, озаглавленная CHARGING SYSTEM THAT
5 ENABLES EMERGENCY RESOLUTIONS FOR CHARGING A BATTERY; и

заявка на патент США № 14/633,576, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT SYSTEM COMPRISING AN INSPECTION STATION.

Заявителю настоящей заявки принадлежат нижеуказанные заявки на патенты, поданные 18 декабря 2014 г., каждая из которых полностью включена в настоящий
10 документ путем ссылки:

заявка на патент США № 14/574,478, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT SYSTEMS COMPRISING AN ARTICULATABLE END EFFECTOR AND MEANS FOR ADJUSTING THE FIRING STROKE OF A FIRING;

заявка на патент США № 14/574,483, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT
15 ASSEMBLY COMPRISING LOCKABLE SYSTEMS;

заявка на патент США № 14/574,493, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT ASSEMBLY COMPRISING A FLEXIBLE ARTICULATION SYSTEM;

заявка на патент США № 14/574,500, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT ASSEMBLY COMPRISING A LOCKABLE ARTICULATION SYSTEM;

20 заявка на патент США № 14/575,117, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENTS WITH ARTICULATABLE END EFFECTORS AND MOVABLE FIRING BEAM SUPPORT ARRANGEMENTS;

заявка на патент США № 14/575,130, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT WITH AN ANVIL THAT IS SELECTIVELY MOVABLE ABOUT A DISCRETE NON-MOVABLE
25 AXIS RELATIVE TO A STAPLE CARTRIDGE;

заявка на патент США № 14/575,139, озаглавленная DRIVE ARRANGEMENTS FOR ARTICULATABLE SURGICAL INSTRUMENTS;

заявка на патент США № 14/575,143, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENTS WITH IMPROVED CLOSURE ARRANGEMENTS;

30 заявка на патент США № 14/575,148, озаглавленная LOCKING ARRANGEMENTS FOR DETACHABLE SHAFT ASSEMBLIES WITH ARTICULATABLE SURGICAL END EFFECTORS; и

заявка на патент США № 14/575,154, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENTS WITH ARTICULATABLE END EFFECTORS AND IMPROVED FIRING BEAM SUPPORT
35 ARRANGEMENTS.

Заявителю настоящей заявки также принадлежат нижеуказанные заявки на патенты, поданные 5 сентября 2014 г., каждая из которых полностью включена в настоящий документ путем ссылки:

40 заявка на патент США № 14/478,895, озаглавленная MULTIPLE SENSORS WITH ONE SENSOR AFFECTING A SECOND SENSOR'S OUTPUT OR INTERPRETATION;

заявка на патент США № 14/478,908, озаглавленная MONITORING DEVICE DEGRADATION BASED ON COMPONENT EVALUATION;

заявка на патент США № 14/479,098, озаглавленная SMART CARTRIDGE WAKE UP OPERATION AND DATA RETENTION;

45 заявка на патент США № 14/479,103, озаглавленная CIRCUITRY AND SENSORS FOR POWERED MEDICAL DEVICE;

заявка на патент США № 14/479,108, озаглавленная LOCAL DISPLAY OF TISSUE PARAMETER STABILIZATION;

заявка на патент США № 14/479,110, озаглавленная USE OF POLARITY OF HALL MAGNET DETECTION TO DETECT MISLOADED CARTRIDGE;

заявка на патент США № 14/479,115, озаглавленная MULTIPLE MOTOR CONTROL FOR POWERED MEDICAL DEVICE; и

5 заявка на патент США № 14/479,119, озаглавленная ADJUNCT WITH INTEGRATED SENSORS TO QUANTIFY TISSUE COMPRESSION.

Заявителю настоящей заявки также принадлежат нижеуказанные заявки на патенты, поданные 9 апреля 2014 г., каждая из которых полностью включена в настоящий документ путем ссылки:

10 заявка на патент США № 14/248,581, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT COMPRISING A CLOSING DRIVE AND A FIRING DRIVE OPERATED FROM THE SAME ROTATABLE OUTPUT, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0305989;

15 заявка на патент США 14/248,584, озаглавленная MODULAR MOTOR DRIVEN SURGICAL INSTRUMENTS WITH ALIGNMENT FEATURES FOR ALIGNING ROTARY DRIVE SHAFTS WITH SURGICAL END EFFECTOR SHAFTS, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0305994;

заявка на патент США № 14/248,586, озаглавленная DRIVE SYSTEM DECOUPLING ARRANGEMENT FOR A SURGICAL INSTRUMENT, в настоящее время публикация 20 заявки на патент США № 2014/0305990;

заявка на патент США № 14/248,587, озаглавленная POWERED SURGICAL STAPLER, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0309665;

заявка на патент США № 14/248,588, озаглавленная POWERED LINEAR SURGICAL STAPLER, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0309666;

25 заявка на патент США № 14/248,590, озаглавленная MOTOR DRIVEN SURGICAL INSTRUMENTS WITH LOCKABLE DUAL DRIVE SHAFTS, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0305987;

заявка на патент США № 14/248,591, озаглавленная TRANSMISSION ARRANGEMENT FOR A SURGICAL INSTRUMENT, в настоящее время публикация заявки на патент 30 США № 2014/0305991;

заявка на патент США № 14/248,595, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT SHAFT INCLUDING SWITCHES FOR CONTROLLING THE OPERATION OF THE SURGICAL INSTRUMENT, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0305988; и

35 заявка на патент США № 14/248,607, озаглавленная MODULAR MOTOR DRIVEN SURGICAL INSTRUMENTS WITH STATUS INDICATION ARRANGEMENTS, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0305992.

Заявителю настоящей заявки принадлежат нижеуказанные заявки на патенты, поданные 26 марта 2014 г., каждая из которых полностью включена в настоящий документ путем ссылки:

40 заявка на патент США № 14/226,071, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT CONTROL CIRCUIT HAVING A SAFETY PROCESSOR;

заявка на патент США № 14/226,075, озаглавленная MODULAR POWERED SURGICAL INSTRUMENT WITH DETACHABLE SHAFT ASSEMBLIES;

45 заявка на патент США № 14/226,076, озаглавленная POWER MANAGEMENT THROUGH SEGMENTED CIRCUIT AND VARIABLE VOLTAGE PROTECTION;

заявка на патент США № 14/226,081, озаглавленная SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING A SEGMENTED CIRCUIT;

заявка на патент США № 14/226,093, озаглавленная FEEDBACK ALGORITHMS FOR MANUAL BAILOUT SYSTEMS FOR SURGICAL INSTRUMENTS;

заявка на патент США № 14/226,094, озаглавленная VERIFICATION OF NUMBER OF BATTERY EXCHANGES/PROCEDURE COUNT;

5 заявка на патент США № 14/226 097, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT COMPRISING INTERACTIVE SYSTEMS;

заявка на патент США № 14/226,099, озаглавленная STERILIZATION VERIFICATION CIRCUIT;

заявка на патент США № 14/226,106, озаглавленная POWER MANAGEMENT
10 CONTROL SYSTEMS FOR SURGICAL INSTRUMENTS;

заявка на патент США № 14/226,111, озаглавленная SURGICAL STAPLING INSTRUMENT SYSTEM;

заявка на патент США № 14/226,116, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT UTILIZING SENSOR ADAPTATION;

15 заявка на патент США № 14/226,117, озаглавленная POWER MANAGEMENT THROUGH SLEEP OPTIONS OF SEGMENTED CIRCUIT AND WAKE UP CONTROL;

заявка на патент США № 14/226,125, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT COMPRISING A ROTATABLE SHAFT;

заявка на патент США № 14/226,126, озаглавленная INTERFACE SYSTEMS FOR USE
20 WITH SURGICAL INSTRUMENTS; и

заявка на патент США № 14/226,133, озаглавленная MODULAR SURGICAL INSTRUMENT SYSTEM.

Заявителю настоящей заявки принадлежит представленная ниже заявка на патент, поданная 7 марта 2014 г., которая полностью включена в настоящий документ путем
25 ссылки:

заявка на патент США № 14/200,111, озаглавленная CONTROL SYSTEMS FOR SURGICAL INSTRUMENTS, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263539.

Заявителю настоящей заявки также принадлежат нижеуказанные заявки на патенты,
30 поданные 16 апреля 2013 г., каждая из которых полностью включена в настоящий документ путем ссылки:

предварительная заявка на патент США № 61/812,365, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT WITH MULTIPLE FUNCTIONS PERFORMED BY A SINGLE MOTOR;

предварительная заявка на патент США № 61/812,372, озаглавленная SURGICAL
35 INSTRUMENT WITH MULTIPLE FUNCTIONS PERFORMED BY A SINGLE MOTOR;

предварительная заявка на патент США № 61/812,376, озаглавленная LINEAR CUTTER WITH POWER;

предварительная заявка на патент США № 61/812,382, озаглавленная LINEAR CUTTER WITH MOTOR AND PISTOL GRIP; и

40 предварительная заявка на патент США № 61/812,385, озаглавленная SURGICAL INSTRUMENT HANDLE WITH MULTIPLE ACTUATION MOTORS AND MOTOR CONTROL.

Заявителю настоящей заявки также принадлежат нижеуказанные заявки на патенты, поданные 14 марта 2013 г., каждая из которых полностью включена в настоящий
45 документ путем ссылки:

заявка на патент США № 13/803,053, озаглавленная INTERCHANGEABLE SHAFT ASSEMBLIES FOR USE WITH A SURGICAL INSTRUMENT, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263564;

заявка на патент США № 13/803,066, озаглавленная DRIVE SYSTEM LOCKOUT ARRANGEMENTS FOR MODULAR SURGICAL INSTRUMENTS, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263565;

заявка на патент США № 13/803,086, озаглавленная ARTICULATABLE SURGICAL INSTRUMENT COMPRISING AN ARTICULATION LOCK, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263541;

заявка на патент США № 13/803,097, озаглавленная ARTICULATABLE SURGICAL INSTRUMENT COMPRISING A FIRING DRIVE, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263542;

заявка на патент США № 13/803,117, озаглавленная ARTICULATION CONTROL SYSTEM FOR ARTICULATABLE SURGICAL INSTRUMENTS, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263553;

заявка на патент США № 13/803,130, озаглавленная DRIVE TRAIN CONTROL ARRANGEMENTS FOR MODULAR SURGICAL INSTRUMENTS, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263543;

заявка на патент США № 13/803,148, озаглавленная MULTI-FUNCTION MOTOR FOR A SURGICAL INSTRUMENT, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263554;

заявка на патент США № 13/803,159, озаглавленная METHOD AND SYSTEM FOR OPERATING A SURGICAL INSTRUMENT, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0277017;

заявка на патент США № 13/803,193, озаглавленная CONTROL ARRANGEMENTS FOR A DRIVE MEMBER OF A SURGICAL INSTRUMENT, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263537; и

заявка на патент США № 13/803,210, озаглавленная SENSOR ARRANGEMENTS FOR ABSOLUTE POSITIONING SYSTEM FOR SURGICAL INSTRUMENTS, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263538.

Заявителю настоящей заявки принадлежат представленные ниже заявки на патенты, поданные 1 марта 2013 г., каждая из которых полностью включена в настоящий документ путем ссылки:

заявка на патент США № 13/782,295, озаглавленная Articlatable Surgical Instruments With Conductive Pathways For Signal Communication, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0246471;

заявка на патент США № 13/782,323, озаглавленная Rotary Powered Articulation Joints For Surgical Instruments, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0246472;

заявка на патент США № 13/782,338, озаглавленная Thumbwheel Switch Arrangements For Surgical Instruments, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0249557;

заявка на патент США № 13/782,358, озаглавленная Joystick Switch Assemblies For Surgical Instruments, в настоящее время патентная публикация США № 2014/0246477;

заявка на патент США № 13/782,375, озаглавленная Rotary Powered Surgical Instruments With Multiple Degrees of Freedom, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0246473;

заявка на патент США № 13/782,460, озаглавленная Multiple Processor Motor Control for Modular Surgical Instruments, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0246478;

заявка на патент США № 13/782,481, озаглавленная Sensor Straightened End Effector

During Removal Through Trocar, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0246479;

заявка на патент США № 13/782,499, озаглавленная Electromechanical Surgical Device with Signal Relay Arrangement, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0246474;

заявка на патент США № 13/782,518, озаглавленная Control Methods for Surgical Instruments with Removable Implement Portions, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0246475; и

заявка на патент США № 13/782,536, озаглавленная Surgical Instrument Soft Stop, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0246476.

В настоящем документе приведены подробные сведения, необходимые для понимания общей конструкции, функциональности, особенностей изготовления и применения различных вариантов осуществления, описание которых предоставлено в спецификации и проиллюстрировано сопроводительными чертежами. Хорошо известные принципы работы, компоненты и элементы не получили в настоящем документе подробного описания, чтобы не затруднять понимание вариантов осуществления, описанных в спецификации. Читатель должен понимать, что варианты осуществления, описанные и проиллюстрированные в настоящем документе, являются не имеющими ограничительного характера примерами. Следует понимать, что определенные конструктивные и функциональные особенности, описанные в данном документе, могут иметь показательный или пояснительный характер. Изменения и модификации вариантов осуществления, описанных и проиллюстрированных в данном документе, могут выполняться в пределах объема формулы изобретения.

Термины «содержать» (и любые его формы, такие как «содержит» и «содержащий»), «иметь» (и любые его формы, такие как «имеет» и «имеющий»), «включать» (и любые его формы, такие как «включает» и «включающий»), «вмещать» (и любые его формы, такие как «вмещает» и «вмещающий») представляют собой неограниченные связующие глаголы. В результате, хирургическая система или устройство, которое «содержит», «имеет», «включает» или «вмещает» один или более элементов, обладает этим одним или более элементами, но обладание не ограничивается только этим одним или более элементами. Аналогично элемент системы или устройства, который «содержит», «имеет», «включает» или «вмещает» один или более элементов, обладает этим одним или более элементами, но обладание не ограничивается только этим одним или более элементами.

Термины «проксимальный» и «дистальный» в настоящем документе определяются относительно врача, управляющего рукояткой хирургического инструмента. Термин «проксимальный» относится к участку, расположенному ближе всего к врачу, а термин «дистальный» относится к участку, удаленному от врача. Предлагается также для удобства и ясности применительно к рисункам использовать в настоящем документе такие пространственные термины, как «вертикальный», «горизонтальный», «вверх» и «вниз». Тем не менее, поскольку использование хирургических инструментов предполагает множество ориентаций и положений, указанные термины не следует толковать как ограничивающие и (или) абсолютные.

Для выполнения лапароскопических и минимально инвазивных хирургических вмешательств предложены различные примеры устройств и способов. Однако читателю будет вполне понятно, что различные способы и устройства, описанные в настоящем документе, можно применять в множестве хирургических вмешательств и сфер применения, включая, например, те, что связаны открытыми оперативными вмешательствами. По ходу данного подробного описания читатель сможет в еще

большей мере оценить, что разнообразные инструменты, описанные в данном документе, могут быть введены в тело любым способом - как через естественные отверстия, так и через разрез или пункционное отверстие, проделанное в тканях, и т. п. Рабочая часть или насадки концевых зажимов таких инструментов могут быть введены
 5 непосредственно в тело пациента либо через устройство доступа, имеющего рабочий канал, через который можно провести концевой зажим и удлиненный ствол хирургического инструмента.

Хирургическая сшивающая система может содержать ствол и концевой проходящий от ствола эффектор. Концевой эффектор может включать первую браншу и вторую
 10 браншу. Первая бранша содержит кассету со скобами. Кассета со скобами выполнена с возможностью вставки в первую браншу и удаления из нее; однако предусмотрены другие варианты осуществления, в которых кассета со скобами выполнена без возможности извлечения из первой бранши или, по меньшей мере, выполнена с возможностью быстрой замены из первой бранши. Вторая бранша содержит упор,
 15 выполненный с возможностью деформации скоб, выталкиваемых из кассеты со скобами. Вторая бранша выполнена с возможностью поворота относительно первой бранши вокруг оси закрытия; однако предусмотрены другие варианты осуществления, в которых первая бранша выполнена с возможностью поворота относительно второй бранши. Хирургическая сшивающая система дополнительно содержит шарнирное сочленение,
 20 выполненное с возможностью обеспечения вращения или шарнирного поворота концевого эффектора относительно ствола. Концевой эффектор выполнен с возможностью вращения вокруг оси шарнирного сочленения, проходящей через шарнирное сочленение. Предусмотрены другие варианты осуществления, которые не включают шарнирное сочленение.

Кассета со скобами содержит корпус кассеты. Корпус кассеты включает проксимальный конец, дистальный конец и платформу, проходящую между проксимальным концом и дистальным концом. В процессе применения кассета со скобами расположена на первой стороне ткани, подлежащей сшиванию, а упор расположен на второй стороне ткани. Упор перемещается к кассете со скобами для
 30 сжатия и прижимания ткани к платформе. После этого скобы, хранящиеся в корпусе кассеты с возможностью извлечения, можно размещать в ткани. Корпус кассеты включает сформированные в нем полости для скоб, при этом скобы хранятся в полостях для скоб с возможностью извлечения. Полости для скоб расположены в шесть продольных рядов. Три ряда полостей для скоб расположены на первой стороне
 35 продольного паза, и три ряда полостей для скоб расположены на второй стороне продольного паза. Возможны другие конструкции скоб и полостей для скоб.

В корпусе кассеты скобы поддерживаются с помощью выталкивателей скоб. Выталкиватели выполнены с возможностью перемещения между первым или неактивированным положением и вторым или активированным положением для
 40 выталкивания скоб из полостей для скоб. Выталкиватели удерживаются в корпусе кассеты с помощью фиксатора, который проходит вокруг нижней части корпуса кассеты и включает упругие элементы, выполненные с возможностью захвата корпуса кассеты и удерживания фиксатора относительно корпуса кассеты. Выталкиватели выполнены с возможностью перемещения между их неактивированными положениями и
 45 активированными положениями с помощью салазок. Салазки выполнены с возможностью перемещения между проксимальным положением, смежным с проксимальным концом, и дистальным положением, смежным с дистальным концом. Салазки содержат множество наклонных поверхностей, выполненных с возможностью

скольжения под выталкивателями и подъема выталкивателей и поддерживаемых на них скоб к упору.

В дополнение к указанному выше, салазки перемещаются дистально с помощью пускового элемента. Пусковой элемент выполнен с возможностью контакта с салазками и проталкивания салазок к дистальному концу. Продольный паз, сформированный в корпусе кассеты, выполнен с возможностью приема пускового элемента. Упор также включает паз, выполненный с возможностью приема пускового элемента. Пусковой элемент дополнительно содержит первый кулачок, который взаимодействует с первой браншей, и второй кулачок, который взаимодействует со второй браншей. При выдвигании пускового элемента дистально первый кулачок и второй кулачок позволяют контролировать расстояние, или тканевый зазор, между платформой кассеты со скобами и упором. Пусковой элемент также содержит скальпель, выполненный с возможностью рассечения ткани, захваченной между кассетой со скобами и упором. Желательно, по меньшей мере, частично располагать скальпель проксимально по отношению к наклонным поверхностям таким образом, чтобы скобы выталкивались раньше скальпеля.

На ФИГ. 1-6 представлен хирургический режущий и сшивающий инструмент с двигателем 10, который может использоваться или не использоваться многократно. В показанных примерах хирургический инструмент 10 имеет корпус 12, который содержит узел 14 рукоятки, выполненный с возможностью захвата, манипулирования и активирования врачом. Корпус 12 выполнен с возможностью функционального прикрепления к сменному узлу 200 ствола, который имеет концевой эффектор 300, функционально соединенный с ним, который выполнен с возможностью выполнения одной или более хирургических задач или процедур. По мере изучения настоящего подробного описания будет понятно, что различные уникальные и инновационные механизмы различных форм сменных узлов ствола, раскрытые в настоящем документе, также могут эффективно применяться в связи с хирургическими системами с роботизированным управлением. Таким образом, термин «корпус» также может охватывать корпус или аналогичную часть роботизированной системы, которая вмещает или иным образом функционально поддерживает по меньшей мере одну приводную систему, выполненную с возможностью генерирования и применения по меньшей мере одного управляющего движения, которое может применяться для приведения в действие сменных узлов ствола, описанных в настоящем документе, и их соответствующих эквивалентов. Термин «рама» может относиться к участку ручного хирургического инструмента. Термин «рама» также может представлять собой часть хирургического инструмента с роботизированным управлением и/или часть роботизированной системы, которая может применяться для функционального управления хирургическим инструментом. Например, сменные узлы стержней, описанные в настоящем документе, могут применяться с различными роботизированными системами, инструментами, компонентами и способами, изложенными в заявке на патент США № 13/118,241, озаглавленной SURGICAL STAPLING INSTRUMENTS WITH ROTATABLE STAPLE DEPLOYMENT ARRANGEMENTS, в настоящее время публикация заявки на патент США № 9 072 535. Заявка на патент США № 13/118,241, озаглавленная SURGICAL STAPLING INSTRUMENTS WITH ROTATABLE STAPLE DEPLOYMENT ARRANGEMENTS, в настоящее время патент США № 9, 072, 535, полностью включена в настоящий документ путем ссылки.

Корпус 12, представленный на ФИГ. 1-3, показан в соединении со сменным узлом 200 ствола, который имеет концевой эффектор 300, содержащий хирургическое режущее

и сшивающее устройство, которое выполнено с возможностью функциональной поддержки в нем кассеты 304 со скобами. Корпус 12 может быть выполнен с возможностью использования со сменными узлами стержней, которые имеют концевые эффекторы, приспособленные для поддержания кассет со скобами различных размеров и типов, и обладают разной длиной ствола, размером, типом и т. д. Кроме того, корпус 12 можно эффективно применять с различными сменными узлами стержней, включая те узлы, которые выполнены с возможностью приложения других движений и форм энергии, таких как, например, радиочастотная (РЧ) энергия, ультразвуковая энергия и/или движение, в виде конструкций концевых эффекторов, адаптированных для использования в различных сферах применения и процедурах. Более того, в концевых эффекторах, узлах ствола, рукоятках, хирургических инструментах и/или системах хирургических инструментов для фиксации ткани может использоваться любой подходящий крепежный элемент или крепежные элементы. Например, кассета с крепежными элементами, содержащая множество хранящихся в ней с возможностью извлечения крепежных элементов, может съемно вводиться и/или прикрепляться к концевому эффектору узла ствола.

На ФИГ. 1 показан хирургический инструмент 10 с функционально соединенным с ним сменным узлом 200 ствола. На ФИГ. 2 и 3 изображено крепление сменного узла 200 ствола к корпусу 12 или узлу 14 рукоятки. Как показано на ФИГ. 4, узел 14 рукоятки может содержать пару взаимно соединенных корпусных сегментов 16 и 18 ручки, которые могут быть соединены винтами, защелками, клеем и т. п. В показанной конструкции корпусные сегменты 16 и 18 ручки в совокупности образуют участок 19 пистолетной рукоятки, которую можно захватывать рукой и которой может манипулировать врач. Как будет дополнительно более подробно описано ниже, узел 14 рукоятки функционально поддерживает в себе множество приводных систем, которые выполнены с возможностью генерирования и приложения различных управляющих движений к соответствующим частям сменного узла ствола, к которому эти системы функционально прикреплены.

Как показано на ФИГ. 4, узел 14 рукоятки может дополнительно включать в себя раму 20, функционально поддерживающую множество приводных систем. Например, рама 20 может функционально поддерживать первую систему, или систему закрывающего привода, по существу обозначенную как элемент 30, которая может быть реализована для приложения закрывающих и открывающих движений к сменному узлу 200 ствола, который функционально соединен с ним или прикреплен к нему. В по меньшей мере одной форме система 30 закрывающего привода может включать в себя исполнительный механизм в форме закрывающего спускового механизма 32, который вращательно поддерживается рамой 20. В частности, как показано на ФИГ. 4, закрывающий спусковой механизм 32 связан с возможностью поворота с корпусом 14 с помощью штифта 33. Такая конструкция позволяет врачу манипулировать закрывающим спусковым механизмом 32 так, что, когда врач захватывает участок пистолетной рукоятки 19 узла 14 рукоятки, закрывающий спусковой механизм 32 может быть легко повернут из исходного, или неактивированного, положения в активированное положение, а более конкретно - в полностью нажатое или полностью активированное положение. Закрывающий спусковой механизм 32 может быть смещен в неактивированное положение с помощью пружины или другого смещающего механизма (не показан). В различных формах система закрывающего привода 30 дополнительно включает в себя узел 34 закрывающего звена, который вращательно соединен с закрывающим спусковым механизмом 32. Как показано на ФИГ. 4, узел 34

закрывающего звена может иметь первое закрывающее звено 36 и второе закрывающее звено 38, которые шарнирно соединены с закрывающим спусковым механизмом 32 штифтом 35. Второе закрывающее звено 38 также в настоящем документе может называться крепежным элементом и иметь поперечный крепежный штифт 37.

5 Как показано на ФИГ. 4, на первом закрывающем звене 36 может присутствовать блокирующая стенка или конец 39, выполненные с возможностью совместной работы с узлом 60 высвобождения закрывающего механизма, связанным с рамой 20 с
10 возможностью поворота. В по меньшей мере одной форме узел 60 высвобождения закрывающего механизма может содержать узел 62 кнопки высвобождения, на котором присутствует выступающая дистально блокирующая собачка 64. Узел кнопки
15 высвобождения 62 может вращаться в направлении против часовой стрелки с помощью пружины высвобождения (не показана). Когда врач нажимает на закрывающий спусковой механизм 32 и выводит его из неактивированного положения к участку пистолетной рукоятки 19 узла 14 рукоятки, первое закрывающее звено 36 вращается
20 вверх до точки, в которой блокирующая собачка 64 входит в удерживающее зацепление с блокирующей стенкой 39 на первом закрывающем звене 36, посредством этого не позволяя закрывающему спусковому механизму 32 вернуться в неактивированное положение. См. ФИГ. 18. Таким образом, узел высвобождения закрывающего механизма 60 служит для блокировки закрывающего спускового механизма 32 в полностью
25 активированном положении. Когда врачу нужно разблокировать закрывающий спусковой механизм 32, чтобы он смог сместиться в неактивированное положение, врач просто вращает узел 62 кнопки высвобождения закрывающего механизма так, чтобы блокирующая собачка 64 вышла из зацепления с блокирующей стенкой 39 на первом
30 закрывающем звене 36. После того как блокирующая собачка 64 вышла из зацепления с первым закрывающим звеном 36, закрывающий спусковой механизм 32 может вращаться назад в неактивированное положение. Также возможна реализация других блокирующих и высвобождающих механизмов закрывающего спускового механизма.

В дополнение к приведенному выше, на ФИГ. 13-15 показан закрывающий спусковой механизм 32 в своем неактивированном положении, которое связано с открытым, или
35 разжатым, положением узла 200 ствола, в котором ткань может быть расположена между браншами узла 200 ствола. На ФИГ. 16-18 показан закрывающий спусковой механизм 32 в своем активированном положении, которое связано с закрытым или сжатым положением узла 200 ствола, в котором ткань зажата между браншами узла 200 ствола. При сравнении ФИГ. 14 и 17, читателю будет понятно, что, когда
40 закрывающий спусковой механизм 32 перемещается из неактивированного положения (ФИГ. 14) в активированное положение (ФИГ. 17), кнопка 62 высвобождения закрывающего механизма поворачивается между первым положением (ФИГ. 14) и вторым положением (ФИГ. 17). Поворот кнопки 62 высвобождения закрывающего механизма можно назвать поворотом вверх; однако по меньшей мере часть кнопки 62 высвобождения закрывающего механизма поворачивается к печатной плате 100. Как
45 показано на ФИГ. 4, кнопка 62 высвобождения закрывающего механизма может включать в себя проходящее от нее ответвление 61 и магнитный элемент 63, такой как, например, постоянный магнит, установленный на ответвлении 61. Когда кнопка 62 высвобождения закрывающего механизма поворачивается из своего первого положение во второе положение, магнитный элемент 63 может перемещаться к печатной плате 100. Печатная плата 100 может включать в себя по меньшей мере один датчик, выполненный с возможностью определения перемещения магнитного элемента 63. В по меньшей мере одном аспекте на нижнюю поверхность печатной платы 100 может

быть установлен, например, датчик 65 магнитного поля. Датчик 65 магнитного поля может быть выполнен с возможностью определения изменения магнитного поля, окружающего датчик 65 магнитного поля, вызванного перемещением магнитного элемента 63. Датчик 65 магнитного поля может, например, обмениваться сигналами с микроконтроллером 1500 (ФИГ. 19), который может определять, находится ли кнопка 62 высвобождения закрывающего механизма в первом положении, которое связано с неактивированным положением закрывающего спускового механизма 32 и открытой конфигурацией концевого эффектора, во втором положении, которое связано с активированным положением закрывающего спускового механизма 32 и закрытой конфигурацией концевого эффектора, и/или в любом положении между первым и вторым положением.

В рамках настоящего описания датчик магнитного поля может представлять собой, помимо прочего, датчик Холла, индукционную катушку, магнитный датчик с оптической накачкой, ядерную прецессию, сверхпроводящий магнитометр (SQUID), эффект Холла, анизотропное магнитосопротивление, гигантское магнитосопротивление, магнитные туннельные переходы, гигантский магнитоимпеданс, магнитострикционные/пьезоэлектрические композиты, магнитодиод, магнитотранзистор, оптоволокно, магнитооптические датчики и магнитные датчики на основе микроэлектромеханических систем.

По меньшей мере, в одной форме узел 14 рукоятки и рама 20 могут функционально поддерживать другую приводную систему, которая в настоящем документе называется системой 80 пускового привода, выполненную с возможностью приложения пусковых движений к соответствующим участкам прикрепленного к нему сменного узла ствола. В настоящем документе система 80 пускового привода также может называться второй приводной системой. В системе 80 пускового привода может применяться электрический двигатель 82, который размещен в участке 19 пистолетной рукоятки узла 14 рукоятки. В различных формах двигатель 82 может представлять собой приводной щеточный двигатель постоянного тока с максимальной скоростью поворота, например, приблизительно 25 000 оборотов в минуту. В других конструкциях двигатель 82 может представлять собой бесщеточный двигатель, беспроводной двигатель, синхронный двигатель, шаговый двигатель или любой другой подходящий электрический двигатель. Двигатель 82 может получать электропитание от источника питания 90, который в одной форме может содержать съемный блок питания 92. Как показано, например, на ФИГ. 4, блок питания 92 может содержать проксимальный участок 94 корпуса, который выполнен с возможностью крепления к дистальному участку 96 корпуса.

Проксимальный участок 94 корпуса и дистальный участок 96 корпуса выполнены с возможностью функциональной поддержки в них множества батарей 98. Каждая батарея 98 может представлять собой, например, литий-ионную («LI») или другую подходящую батарею. Дистальный участок 96 корпуса выполнен с возможностью съемного функционального крепления к узлу 100 управляющей печатной платы, который также функционально связан с двигателем 82. В качестве источника питания хирургического инструмента 10 может применяться ряд последовательно соединенных батарей 98. Кроме того, блок питания 90 может быть сменным и/или перезаряжаемым.

Как кратко описано выше в отношении различных других форм, электрический двигатель 82 может включать в себя поворачиваемый стержень (не показан), функционально стыкующийся с узлом зубчатого редуктора 84, который монтируется так, что находится в сцепленном зацеплении с набором или рейкой приводных зубцов 122 на выполненном с возможностью продольного перемещения приводном элементе

120. В процессе применения полярность напряжения, обеспечиваемая источником 90 питания, позволяет электрическому двигателю 82 вращаться в направлении по часовой стрелке, причем полярность напряжения, приложенную к электрическому двигателю батареей, можно изменить на обратную для работы электрического двигателя 82 в направлении против часовой стрелки. Когда электрический двигатель 82 поворачивается в одном направлении, приводной элемент 120 будет приводиться в движение в дистальном направлении DD по оси. При приведении двигателя 82 в движение в противоположном направлении вращения приводной элемент 120 будет приводиться в движение по оси в проксимальном направлении PD. Узел 14 рукоятки может иметь переключатель, который может быть выполнен с возможностью изменения на обратную полярности, прилагаемой к электродвигателю 82 блоком питания 90. Как и в других формах, описанных в настоящем документе, узел 14 рукоятки также может включать в себя датчик, выполненный с возможностью обнаружения положения приводного элемента 120 и/или направления, в котором перемещается приводной элемент 120.

Активацией двигателя 82 можно управлять с помощью пускового крючка 130, вращательно поддерживаемого на узле 14 рукоятки. Пусковой крючок 130 можно вращать между неактивированным положением и активированным положением. Пусковой крючок 130 может смещаться в неактивированное положение с помощью пружины 132 или другого смещающего механизма так, что, когда врач высвобождает пусковой крючок 130, его можно вращать или иным образом возвращать в неактивированное положение с помощью пружины 132 или смещающего механизма. По меньшей мере, в одной форме пусковой крючок 130 может быть расположен на удалении от закрывающего спускового механизма 32, как было описано выше. По меньшей мере, в одной форме к закрывающему спусковому механизму 32 может монтироваться кнопка предохранителя пускового крючка 134 с помощью штифта 35 с возможностью поворота. Кнопка 134 предохранителя может быть расположена между пусковым крючком 130 и закрывающим спусковым механизмом 32 и иметь выступающее поворотное плечо 136. См. ФИГ. 4. Когда закрывающий спусковой механизм 32 находится в неактивированном положении, кнопка 134 предохранителя содержится в узле 14 рукоятки, где врач не может получить к ней простой доступ и переместить ее между безопасным положением, предотвращающим активацию пускового крючка 130, и пусковым положением, в котором пусковой крючок 130 может быть нажат. Когда врач нажимает на закрывающий спусковой механизм 32, кнопка предохранителя 134 и пусковой крючок 130 вращаются вниз, и в этом положении врач может манипулировать ими.

Как описано выше, узел 14 рукоятки может включать в себя закрывающий спусковой механизм 32 и пусковой крючок 130. Как показано на ФИГ. 14-18А, пусковой крючок 130 может быть установлен с возможностью поворота на закрывающем спусковом механизме 32. Закрывающий спусковой механизм 32 может содержать проходящее от него ответвление 31 и пусковой крючок 130 может быть установлен на ответвлении 31 с возможностью поворота относительно поворотного штифта 33. Когда закрывающий спусковой механизм 32 перемещается из неактивированного положения (ФИГ. 14) в активированное положение (ФИГ. 17), пусковой крючок 130 может опускаться вниз, как кратко описано выше. После перемещения кнопки 134 предохранителя в пусковое положение, как показано на ФИГ. 18А, можно нажать пусковой крючок 130 для приведения в действие двигателя пусковой системы хирургического инструмента. В различных случаях узел 14 рукоятки может включать в себя систему слежения, такую как, например, система 800, выполненную с возможностью определения положения

закрывающего спускового механизма 32 и/или положения пускового крючка 130. Как главным образом показано на ФИГ. 14, 17 и 18А, система 800 слежения может содержать магнитный элемент, такой как постоянный магнит 802, например, который установлен на ответвлении 801, проходящем от пускового крючка 130. Система 800 слежения может
 5 содержать один или более датчиков, например, таких как первый датчик 803 магнитного поля и второй датчик 804 магнитного поля, которые могут быть выполнены с возможностью отслеживания положения магнита 802.

При сравнении ФИГ. 14 и 17, читателю будет понятно, что, когда закрывающий спусковой механизм 32 перемещается из неактивированного положения в
 10 активированное положение, магнит 802 может перемещаться между первым положением рядом с первым датчиком 803 магнитного поля и вторым положением рядом со вторым датчиком 804 магнитного поля.

При сравнении ФИГ. 17 и 18А, читателю также будет понятно, что, когда пусковой крючок 130 перемещается из неактивированного положения (ФИГ. 17) в активированное
 15 положение (ФИГ. 18А), магнит 802 может перемещаться относительно второго датчика 804 магнитного поля. Датчики 803 и 804 могут отслеживать перемещение магнита 802 и могут обмениваться сигналами с микроконтроллером на печатной плате 100. За счет использования данных от первого датчика 803 и/или второго датчика 804, микроконтроллер может определять положение магнита 802 вдоль заданного пути, и,
 20 на основании этого положения, микроконтроллер может определять, находится закрывающий спусковой механизм 32 в неактивированном положении, активированном положении или промежуточном положении. Аналогично, за счет использования данных от первого датчика 803 и/или второго датчика 804, микроконтроллер может определять положение магнита 802 вдоль заданного пути, и, на основании этого положения,
 25 микроконтроллер может определять, находится закрывающий спусковой механизм 130 в неактивированном положении, полностью активированном положении или промежуточном положении.

Как указано выше, по меньшей мере, в одной форме выполненный с возможностью продольного перемещения приводной элемент 120 имеет рейку образованных на нем
 30 зубцов 122 для сцепленного зацепления с соответствующей приводной шестерней 86 узла зубчатого редуктора 84. По меньшей мере одна форма также включает в себя приводимый в действие вручную аварийный узел 140, выполненный с возможностью того, чтобы врач мог вручную втягивать приводной элемент 120, выполненный с возможностью продольного перемещения, если двигатель 82 становится недоступен.
 35 Аварийный узел 140 может включать в себя узел рычага или аварийной рукоятки 142, выполненный с возможностью ручного вращения в храповое зацепление с зубцами 124 приводного элемента 120. Таким образом, врач может вручную оттянуть приводной элемент 120 с помощью узла аварийной рукоятки 142, чтобы передвинуть приводной элемент 120 с помощью храпового механизма в проксимальном направлении PD. В
 40 публикации заявки на патент США № 2010/0089970, в настоящее время патент США № 8,608,045, описаны аварийные механизмы и другие компоненты, механизмы и системы, которые также могут применяться с различными инструментами, описанными в настоящем документе. Заявка на патент США с серийным № 12/249,117, озаглавленная POWERED SURGICAL CUTTING AND STAPLING APPARATUS WITH MANUALLY
 45 RETRACTABLE FIRING SYSTEM, публикация заявки на патент США № 2010/0089970, теперь патент США № 8,608,045, которая полностью включена в настоящий документ путем ссылки.

Как показано на ФИГ. 1 и 7, сменный узел 200 ствола имеет хирургический концевой

эффектор 300, который содержит удлиненный канал 302, который выполнен с
 возможностью функциональной поддержки в нем кассеты 304 со скобами. Концевой
 эффектор 300 может дополнительно включать в себя упор 306, поддерживаемый с
 возможностью поворота относительно удлиненного канала 302. Сменный узел 200
 ствола может дополнительно содержать шарнирное сочленение 270 и фиксатор 350
 шарнира (ФИГ. 8), который может быть выполнен с возможностью разъемного
 удержания концевого эффектора 300 в требуемом положении относительно оси ствола
 SA-SA. Подробное описание конструкции и работы концевого эффектора 300,
 шарнирного сочленения 270 и фиксатора 350 шарнира представлено в заявке на патент
 США № 13/803,086, поданной 14 марта 2013 г., озаглавленной ARTICULATABLE
 SURGICAL INSTRUMENT COMPRISING AN ARTICULATION LOCK, в настоящее время
 - публикация заявки на патент США № 2014/0263541. Полное описание заявки на патент
 США № 13/803,086, поданной 14 марта 2013 г., озаглавленной ARTICULATABLE
 SURGICAL INSTRUMENT COMPRISING AN ARTICULATION LOCK, в настоящее время
 - публикация заявки на патент США № 2014/0263541, включено в настоящий документ
 путем ссылки. Как показано на ФИГ. 7 и 8, сменный узел 200 ствола может
 дополнительно содержать проксимальный корпус, или конус 201, состоящий из участков
 202 и 203 конуса. Сменный узел 200 ствола может дополнительно иметь закрывающую
 трубку 260, которая может использоваться для закрытия и/или открытия упора 306
 концевого эффектора 300. Как показано преимущественно на ФИГ. 8 и 9, узел 200
 ствола может включать в себя цапфу 210, которая может быть выполнена с
 возможностью неподвижной поддержки участка 212 рамы ствола и фиксирующего
 элемента 350 шарнирного сочленения. См. ФИГ. 8. Цапфа 210 может быть выполнена
 с возможностью, во-первых, скользящей поддержки пускового элемента 220 в ней, а,
 во-вторых, скользящей поддержки закрывающей трубки 260, которая проходит вокруг
 цапфы 210. Цапфа 210 также может быть выполнена с возможностью скользящей
 поддержки проксимального шкива шарнира 230. Приводной элемент 230 шарнирного
 сочленения имеет дистальный конец 231, который выполнен с возможностью
 функционального взаимодействия с фиксирующим элементом 350 шарнирного
 сочленения. Фиксирующий элемент 350 шарнирного сочленения сопрягается с
 шарнирной рамой 352, которая выполнена с возможностью функционального
 взаимодействия с направляющим штифтом (не показан) рамы концевого эффектора
 (не показана). Как указано выше, дополнительная информация, касающаяся работы
 фиксирующего элемента 350 шарнирного сочленения и шарнирной рамы, содержится
 в заявке на патент США № 13/803,086, в настоящее время - публикация заявки на патент
 США № 2014/0263541. В различных случаях цапфа 210 может содержать проксимальный
 конец 211, который поддерживается с возможностью поворота на шасси 240. Например,
 в одной конструкции проксимальный конец 211 цапфы 210 имеет резьбу 214,
 выполненную на ней для резьбового крепления к опоре 216 цапфы, выполненной с
 возможностью поддержки на шасси 240. См. ФИГ. 7. Такая конструкция облегчает
 вращающееся крепление цапфы 210 к шасси 240 таким образом, что цапфа 210 может
 избирательно поворачиваться вокруг оси SA-SA ствола относительно шасси 240.

Как показано преимущественно на ФИГ. 7, сменный узел 200 ствола имеет
 закрывающий челнок 250, который скользящим образом поддерживается в шасси 240
 так, что он может перемещаться в осевом направлении относительно него. Как показано
 на ФИГ. 3 и 7, закрывающий челнок 250 включает в себя пару проксимально
 выступающих крюков 252, которые выполнены с возможностью крепления к
 крепежному штифту 37, который присоединен ко второму закрывающему звену 38,

как дополнительно будет более подробно описано ниже. Проксимальный конец 261 закрывающей трубки 260 связан с закрывающим челноком 250 для вращения относительно него. Например, U-образный соединитель 263 вставляется в кольцевой паз 262 в проксимальном конце 261 закрывающей трубки 260 и фиксируется внутри вертикальных пазов 253 в закрывающем челноке 250. См. ФИГ. 7. Такая конструкция служит для крепления закрывающей трубки 260 к закрывающему челноку 250 для осевого перемещения с ним, при этом позволяя закрывающей трубке 260 поворачиваться относительно закрывающего челнока 250 вокруг оси SA-SA ствола. Закрывающая пружина 268 опирается на закрывающую трубку 260 и служит для смещения закрывающей трубки 260 в проксимальном направлении PD, которое может служить для поворачивания закрывающего спускового механизма в неактивированное положение, когда узел ствола функционально соединяется с узлом 14 рукоятки.

В по меньшей мере одной форме сменный узел 200 ствола дополнительно может включать в себя шарнирное сочленение 270. Однако другие сменные узлы ствола могут не осуществлять шарнирный поворот. Как показано на ФИГ. 7, например, шарнирное сочленение 270 включает в себя узел двухшарнирной закрывающей гильзы 271. В соответствии с различными формами узел двухшарнирной закрывающей гильзы 271 включает в себя узел закрывающей гильзы 272 концевой эффектора, который имеет дистально выступающие верхний и нижний хвостовики 273, 274. Узел закрывающей гильзы 272 концевой эффектора включает в себя подковообразное отверстие 275 и язычок 276 для зацепления с открывающим язычком на упоре 306 различными способами, описанными в заявке на патент США № 13/803,086, поданной 14 марта 2013 г., озаглавленной ARTICULATABLE SURGICAL INSTRUMENT COMPRISING AN ARTICULATION LOCK, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263541, которая полностью включена в настоящий документ путем ссылки. Как более подробно описано в этом документе, подковообразное отверстие 275 и язычок 276 зацепляются с язычком на упоре, когда упор 306 открыт. Верхнее двухшарнирное звено 277 включает в себя выступающие вверх дистальный и проксимальный поворотные штифты, которые зацепляются соответственно с верхним дистальным отверстием для штифта в верхнем проксимально выступающем хвостовике 273 и с верхним проксимальным отверстием для штифта в верхнем дистально выступающем хвостовике 264 на закрывающей трубке 260. Нижнее двухшарнирное звено 278 включает в себя выступающие вверх дистальный и проксимальный шарнирные штифты, которые зацепляются соответственно с нижним дистальным штифтовым отверстием в нижнем проксимально выступающем хвостовике 274 и с нижним проксимальным штифтовым отверстием в нижнем дистально выступающем хвостовике 265. См. также ФИГ. 8.

В процессе применения закрывающая трубка 260 поступательно перемещается дистально (в направлении DD) для закрытия упора 306, например, в ответ на приведение в действие закрывающего спускового механизма 32. Упор 306 закрывается путем поступательного перемещения дистально закрывающей трубки 260 и, таким образом, узла закрывающей гильзы ствола 272, в результате чего он ударяется о проксимальную поверхность упора 306 способом, описанным в указанной выше путем ссылки заявке на патент США № 13/803,086, в настоящее время - публикация заявки на патент США № 2014/0263541. Как было подробно описано в этой ссылке, упор 306 открывается путем поступательного перемещения проксимально закрывающей трубки 260 и узла закрывающей гильзы ствола 272, в результате чего язычок 276 и подковообразное отверстие 275 входят в контакт с язычком упора и толкают его, поднимая упор 306. В положении с открытым упором закрывающая трубка ствола 260 перемещается в

проксимальное положение.

Как указано выше, хирургический инструмент 10 может дополнительно содержать фиксирующий элемент 350 шарнирного сочленения типов и конструкции, описанной подробнее в заявке на патент США № 13/803,086, в настоящее время - публикация заявки на патент США № 2014/0263541, который может быть выполнен с возможностью и может работать так, чтобы обеспечивать избирательную блокировку концевой эффектора 300 в положении. Такие конструкции позволяют вращать или шарнирно поворачивать концевой эффектор 300 относительно закрывающей трубки 260 ствола, когда фиксирующий элемент 350 шарнирного сочленения находится в его незаблокированном состоянии. В таком незаблокированном состоянии концевой эффектор 300 может быть расположен и прижат к мягкой ткани и/или кости, например, окружающей операционное поле внутри организма пациента, в результате чего концевой эффектор 300 может шарнирно поворачиваться относительно закрывающей трубки 260. Концевой эффектор 300 также может шарнирно поворачиваться относительно закрывающей трубки 260 посредством приводного элемента шарнирного сочленения 230.

Как также указано выше, сменный узел 200 ствола дополнительно включает в себя пусковой элемент 220, поддерживаемый для осевого перемещения внутри цапфы 210 ствола. Пусковой элемент 220 включает в себя участок 222 промежуточного пускового ствола, выполненный с возможностью прикрепления к дистальному режущему участку или режущему полотну 280. Также в настоящем документе пусковой элемент 220 может называться «вторым узлом» и/или «вторым узлом ствола». Как может быть показано на ФИГ. 8 и 9, промежуточная часть пускового ствола 222 может включать в себя продольную прорезь 223 в ее дистальном конце, которая может быть выполнена с возможностью принимать язычок 284 на проксимальном конце 282 дистального режущего полотна 280. Продольный паз 223 и проксимальный конец 282 могут быть выполнены по форме и размеру таким образом, чтобы обеспечивать относительное перемещение между ними, и могут содержать скользящее сочленение 286. Скользящее сочленение 286 может обеспечивать перемещение промежуточного участка 222 пускового ствола пускового привода 220 для перемещения так, чтобы обеспечить шарнирный поворот концевой эффектора 300 без перемещения или по меньшей мере по существу без перемещения дистальной пусковой штанги 280. После достижения надлежащей ориентации концевой эффектора 300, участок 222 промежуточного пускового ствола можно перемещать дистально, пока проксимальная боковая стенка продольной прорези 223 не войдет в контакт с язычком 284 для продвижения режущего полотна 280 и активации кассеты со скобами, размещенной в канале 302. Как показано на ФИГ. 8 и 9, цапфа 210 ствола содержит удлиненное отверстие или окно 213, упрощающее сборку и вставку промежуточного участка пускового ствола 222 в раму 210 стержня. После вставки промежуточного участка 222 пускового ствола верхний сегмент 215 рамы может зацепляться с рамой 212 ствола, заключая в нее участок 222 промежуточного пускового ствола и режущее полотно 280. Дополнительное описание работы пускового элемента 220 приведено в заявке на патент США № 13/803,086, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263541.

В дополнение к указанному выше, узел 200 ствола может включать в себя узел сцепления 400, который может быть выполнен с возможностью избирательного и высвобождаемого соединения приводного элемента 230 шарнирного сочленения и пускового элемента 220. В одной форме узел 400 сцепления включает в себя фиксирующее кольцо, или гильзу, 402, расположенное вокруг пускового элемента 220,

причем фиксирующая гильза 402 может поворачиваться между зацепленным положением, в котором фиксирующая гильза 402 соединяет приводной элемент 360 шарнирного сочленения с пусковым элементом 220, и расцепленным положением, в котором приводной элемент 360 шарнирного сочленения не связан функционально с пусковым элементом 200. Когда фиксирующая гильза 402 находится в ее зацепленном положении, дистальное перемещение пускового элемента 220 может перемещать приводной элемент 360 шарнирного сочленения дистально, и, соответственно, проксимальное перемещение пускового элемента 220 может перемещать приводной элемент 230 шарнирного сочленения проксимально. Когда фиксирующая гильза 402 находится в ее расцепленном положении, перемещение пускового элемента 220 не передается на приводной элемент 230 шарнирного сочленения, в результате чего пусковой элемент 220 может перемещаться независимо от приводного элемента 230 шарнирного сочленения. В различных обстоятельствах приводной элемент 230 шарнирного сочленения может удерживаться в положении с помощью фиксирующего элемента 350 шарнирного сочленения, когда приводной элемент 230 шарнирного сочленения не перемещается в проксимальное или дистальное направления с помощью пускового элемента 220.

Как показано преимущественно на РИС. 9, гильза блокировки 402 может содержать цилиндрический или по меньшей мере по существу цилиндрический корпус, включающий продольное отверстие 403, образованное с возможностью принимать пусковой элемент 220. Фиксирующая гильза 402 может содержать обращенные диаметрально внутрь фиксирующие выступы 404 и обращенный наружу фиксирующий элемент 406. Фиксирующие выступы 404 могут быть выполнены с возможностью избирательного зацепления с пусковым элементом 220. Более конкретно, когда фиксирующая гильза 402 находится в ее зацепленном положении, фиксирующие выступы 404 могут быть расположены внутри приводной прорези 224, образованной в пусковом элементе 220, таким образом, что дистальное толкающее усилие и/или проксимальное вытягивающее усилие может передаваться от пускового элемента 220 к фиксирующей гильзе 402. Когда фиксирующая гильза 402 находится в ее зацепленном положении, второй фиксирующий элемент 406 размещается внутри приводной щели 232, сформированной в приводном элементе 230 шарнирного сочленения таким образом, что дистальное толкающее усилие и/или проксимальное вытягивающее усилие, прикладываемое к фиксирующей гильзе 402, может передаваться к приводному элементу 230 шарнирного сочленения. В результате, когда фиксирующая гильза 402 находится в ее зацепленном положении, пусковой элемент 220, фиксирующая гильза 402 и приводной элемент 230 шарнирного сочленения будут перемещаться вместе. С другой стороны, когда фиксирующая гильза 402 находится в ее расцепленном положении, фиксирующие выступы 404 могут не быть расположены внутри приводной прорези 224 пускового элемента 220, в результате чего дистальное толкающее усилие и/или проксимальное вытягивающее усилие может не передаваться от пускового элемента 220 к фиксирующей гильзе 402. Соответственно, дистальное толкающее усилие и/или проксимальное вытягивающее усилие может не передаваться на приводной элемент 230 шарнирного сочленения. В таких обстоятельствах пусковой элемент 220 может скользить проксимально и/или дистально относительно фиксирующей гильзы 402 и проксимального приводного элемента 230 шарнирного сочленения.

Как показано на ФИГ. 8-12, узел 200 ствола дополнительно имеет барабан 500 переключателя, который размещен с возможностью вращения на закрывающей трубке 260. Барабан 500 переключателя содержит полый сегмент 502 ствола, который имеет

втулку 504 ствола, образованную на нем для размещения выступающего наружу приводного штифта 410. В различных обстоятельствах приводной штифт 410 проходит через паз 267 в продольный паз 408, предусмотренный в фиксирующей гильзе 402, чтобы обеспечивать осевое перемещение фиксирующей гильзы 402, когда она входит в зацепление с приводным элементом 230 шарнирного сочленения. Поворотная торсионная пружина 420 выполнена с возможностью вхождения в зацепление с втулкой 504 ствола на барабане 500 переключателя и частью корпуса 203 мундштука, как показано на ФИГ. 10, для приложения к барабану 500 переключателя усилия смещения. Барабан 500 переключателя дополнительно может содержать образованные в нем по меньшей мере частично кольцевые отверстия 506, которые, как показано на ФИГ. 5 и 6, могут быть выполнены с возможностью размещения кольцевых стоек 204, 205, проходящих от половин 202, 203 мундштука, и обеспечения относительного вращения, но не поступательного перемещения, между барабаном 500 переключателя и проксимальным мундштуком 201. Как показано на этих фигурах, стойки 204 и 205 также проходят через отверстия 266 в закрывающей трубке 260 и фиксируются в выемках 209 в цапфе 210 стержня. Однако вращение мундштука 201 до точки, в которой стойки 204, 205 достигают конца их соответствующих пазов 506 в барабане 500 переключателя, приводит к вращению барабана 500 переключателя вокруг оси SA-SA ствола. Вращение барабана 500 переключателя в конечном итоге приводит к повороту приводного штифта 410 и фиксирующей гильзы 402 между зацепленным и расцепленным положением. Таким образом, мундштук 201 можно по существу использовать для функционального взаимодействия и высвобождения системы привода шарнира и системы пускового привода различными способами, подробно описанными в заявке на патент США № 13/803,086, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263541.

Как также показано на ФИГ. 8-12, узел 200 ствола может содержать узел токосъемного кольца 600, который может быть выполнен, например, с возможностью проведения электрического питания к концевому эффектору 300 и/или от него и/или сигналов связи к концевому эффектору 300 и/или от него. Узел 600 токосъемного кольца может содержать проксимальный соединительный фланец 604, который установлен на фланец 242 шасси, проходящий от шасси 240, и дистальный соединительный фланец 601, который расположен внутри паза, выполненного в корпусах 202, 203 ствола. Проксимальный соединительный фланец 604 может содержать первую лицевую поверхность, а дистальный соединительный фланец 601 может содержать вторую лицевую поверхность, которая расположена смежно с первой поверхностью и может перемещаться относительно нее. Дистальный соединительный фланец 601 может вращаться относительно проксимального соединительного фланца 604 вокруг оси SA-SA ствола. Проксимальный соединительный фланец 604 может содержать множество концентрических или по меньшей мере по существу концентрических проводников 602, выполненных в его первой лицевой поверхности. Соединитель 607 может быть установлен на проксимальной стороне соединительного фланца 601 и может иметь множество контактов (не показаны), причем каждый контакт соответствует одному из проводников 602 и находится с ним в электрическом контакте. Такая конструкция обеспечивает относительное вращение между проксимальным соединительным фланцем 604 и дистальным соединительным фланцем 601, сохраняя при этом электрический контакт между ними. Проксимальный соединительный фланец 604 может включать в себя электрический соединитель 606, который обеспечивает обмен сигналами между проводниками 602 и печатной платой 610 ствола, например, установленной на шасси 240 ствола. В по меньшей мере одном случае жгут проводов, состоящий из множества

проводников, может проходить между электрическим соединителем 606 и печатной платой 610 ствола. Электрический соединитель 606 может идти проксимально через отверстие 243 для разъема, выполненное в монтажном фланце 242 шасси. См. ФИГ. 7. Заявка на патент США № 13/800,067, озаглавленная STAPLE CARTRIDGE TISSUE THICKNESS SENSOR SYSTEM, поданная 13 марта 2013 г., в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263552, полностью включена в настоящий документ путем ссылки. Заявка на патент США № 13/800 025, озаглавленная STAPLE CARTRIDGE TISSUE THICKNESS SENSOR SYSTEM, поданная 13 марта 2013 г., в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263551, полностью включена в настоящий документ путем ссылки. Дополнительная информация относительно узла 600 токосъемного кольца представлена в заявке на патент США № 13/803,086, в настоящее время публикация заявки на патент США № 2014/0263541.

Как обсуждалось выше, узел 200 ствола может иметь проксимальный участок, который неподвижно установлен на узле 14 рукоятки, и дистальный участок, который может поворачиваться вокруг продольной оси. Поворотный дистальный участок ствола может поворачиваться относительно проксимального участка вокруг узла 600 токосъемного кольца, как описано выше. Дистальный соединительный фланец 601 узла 600 токосъемного кольца может располагаться в поворотном дистальном участке ствола. Кроме того, в дополнение к указанному выше, барабан 500 переключателя также может располагаться в поворотном дистальном участке ствола. При вращении поворотного дистального участка ствола дистальный соединительный фланец 601 и барабан 500 переключателя могут поворачиваться синхронно. Кроме того, барабан 500 переключателя может поворачиваться между первым положением и вторым положением относительно дистального соединительного фланца 601. Когда барабан 500 переключателя находится в своем первом положении, система привода шарнира может быть функционально отсоединена от системы пускового привода и, таким образом, при работе системы пускового привода не происходит поворачивания концевой эффектора 300 узла 200 ствола. Когда барабан 500 переключателя находится в своем втором положении, система привода шарнира может быть функционально соединена с системой пускового привода и, таким образом, при работе системы пускового привода происходит поворачивание концевой эффектора 300 узла 200 ствола. Когда барабан 500 переключателя перемещается между своим первым положением и вторым положением, барабан 500 переключателя перемещается относительно дистального соединительного фланца 601. В различных случаях узел 200 ствола может содержать, по меньшей мере, один датчик, выполненный с возможностью определения положения барабана 500 переключателя. Как показано на ФИГ. 11 и 12, дистальный соединительный фланец 601 может содержать, например, датчик 605 магнитного поля и барабан 500 переключателя может содержать магнитный элемент, например, такой как постоянный магнит 505. Датчик 605 магнитного поля может быть выполнен с возможностью определения положения постоянного магнита 505. Когда барабан 500 переключателя поворачивается между своим первым положением и вторым положением, постоянный магнит 505 может перемещаться относительно датчика 605 магнитного поля. В различных примерах, датчик 605 магнитного поля может обнаруживать изменения в магнитном поле, созданном при перемещении постоянного магнита 505. Датчик 605 магнитного поля может обмениваться сигналами, например, с печатной платой 610 ствола и/или печатной платой 100 рукоятки. На основании сигнала от датчика 605 магнитного поля, микроконтроллер на печатной плате 610 ствола и/или печатной плате 100 рукоятки может определять, находится система привод

шарнира в зацеплении с системой пускового привода, или отцеплена от нее.

Как показано на ФИГ. 3 и 7, шасси 240 включает в себя, по меньшей мере, один, а предпочтительно два конических соединительных участка 244, которые выполнены с

возможностью размещения внутри соответствующих пазов типа «ласточкин хвост» 702, образованных внутри дистального участка 700 соединительного фланца рамы 20. Каждый паз типа «ласточкин хвост» 702 может быть коническим или, иначе говоря, несколько V-образным, для размещения в себе соединительных участков 244. Как дополнительно показано на ФИГ. 3 и 7, ушко 226 крепления ствола образовано на проксимальном конце промежуточного пускового ствола 222. Как дополнительно

будет более подробно описано ниже, когда сменный узел 200 ствола соединяется с узлом 14 рукоятки, ушко 226 крепления ствола размещено в ложе для крепления пускового ствола 126, образованное на дистальном конце 125 продольного приводного элемента 120, как показано, например, на ФИГ. 3 и 6.

В различных узлах ствола используется система фиксации 710 для съемного соединения узла 200 ствола с корпусом 12 и, в частности, с рамой 20. Как показано на ФИГ. 7, например, по меньшей мере, в одной форме система фиксации 710 содержит в себе элемент блокировки, или блокирующую вилку 712, которая съемно соединена с шасси 240. В показанном примере, например, блокирующая вилка 712 имеет U-образную форму с двумя находящимися на некотором расстоянии ножками 714, направленными вниз. Каждая ножка 714 имеет образованное на ней поворотное ушко 715, которое приспособлено для размещения в соответствующем отверстии 245, образованном на шасси 240. Такая конструкция обеспечивает поворотное крепление блокирующей вилки 712 к шасси 240. Блокирующая вилка 712 может иметь два проксимально выступающих блокирующих ушка 716, которые выполнены с возможностью разъемного зацепления с соответствующими блокирующими углублениями, или канавками 704, в дистальном соединительном фланце 700 рамы 20. См. ФИГ. 3. В различных формах блокирующая вилка 712 смещается в проксимальном направлении с помощью пружины или смещающего элемента (не показан). Блокирующая вилка 712 приводится в действие блокирующей кнопкой 722, которая установлена с возможностью скольжения на узле исполнительного механизма защелки 720, который установлен на шасси 240. Блокирующая кнопка 722 может быть смещена в проксимальном направлении относительно блокирующей вилки 712. Как дополнительно будет более подробно описано ниже, блокирующая вилка 712 может перемещаться в не заблокированное положение путем смещения блокирующей кнопки в дистальном направлении, что также приводит к повороту блокирующей вилки 712 из удерживающего зацепления с дистальным соединительным фланцем 700 рамы 20. Когда блокирующая вилка 712 находится в удерживающем зацеплении с дистальным соединительным фланцем 700 рамы 20, блокирующие ушки 716 зафиксированы в соответствующих блокирующих углублениях, или канавках 704, в дистальном соединительном фланце 700.

При использовании сменного узла ствола, который включает в себя концевой эффектор описанного здесь типа, который приспособлен для разрезания и фиксации ткани, а также других типов концевых эффекторов, желательно предотвратить непреднамеренное отсоединение сменного узла ствола от корпуса во время срабатывания концевой эффектора. Например, в процессе применения врач может приводить в действие закрывающий спусковой механизм 32 для захвата и продвижения в требуемое положение целевой ткани. Когда целевая ткань будет расположена в концевом эффекторе 300 в требуемой ориентации, врач может полностью привести в действие закрывающий спусковой механизм 32, чтобы закрыть упор 306 и зажать

целевую ткань в положении для разрезания и наложения скоб. В этом случае первая приводная система 30 была полностью приведена в действие. После того как целевая ткань будет зажата в концевом эффекторе 300, желательно предотвратить непреднамеренное отсоединение сменного узла 200 ствола от корпуса 12. Одна форма системы фиксации 710 выполнена с возможностью предотвращения такого непреднамеренного отсоединения.

Как лучше всего показано на ФИГ. 7, фиксирующая скоба 712 включает в себя по меньшей мере один, а предпочтительно два блокирующих крюка 718, которые приспособлены для контакта с соответствующими участками блокирующих ушек 256, которые образованы на закрывающем челноке 250. Как показано на ФИГ. 13-15, когда закрывающий челнок 250 находится в неактивированном положении (т. е. первая приводная система 30 не активирована и упор 306 открыт), блокирующая вилка 712 может поворачиваться в дистальном направлении для разблокирования сменного узла 200 ствола из корпуса 12. В этом положении блокирующие крюки 718 не контактируют с участками блокирующих ушек 256 на закрывающем челноке 250. Однако, когда закрывающий челнок 250 перемещается в активированное положение (т. е. первая приводная система 30 активирована и упор 306 находится в закрытом положении), блокирующая вилка 712 не может поворачиваться в не заблокированное положение. См. ФИГ. 16-18. Иными словами, если врач попытается повернуть блокирующую вилку 712 в незаблокированное положение или, например, блокирующая вилка 712 будет случайно ударена и задета способом, который может привести к ее дистальному повороту, блокирующие крюки 718 на блокирующей вилке 712 войдут в контакт с участками блокирующих ушек 256 на закрывающем челноке 250 и предотвратят перемещение блокирующей вилки 712 в незаблокированное положение.

Прикрепление сменного узла 200 ствола к узлу 14 рукоятки будет описано со ссылкой на ФИГ. 3. Чтобы начать процесс соединения, врач может расположить шасси 240 сменного узла 200 ствола поверх дистального соединительного фланца 700 рамы 20 или смежно с ним так, чтобы конические соединительные участки 244, образованные на шасси 240, были совмещены с соответствующими пазами типа «ласточкин хвост» 702 на раме 20. Затем врач может переместить узел 200 ствола вдоль оси установки IA, которая перпендикулярна оси ствола SA-SA, чтобы установить соединительные участки 244 в функциональное зацепление с соответствующими размещающими пазами типа «ласточкин хвост» 702. Таким образом, ушко 226 крепления ствола на промежуточном пусковом стволе 222 также будет установлено в ложе 126 в выполненный с возможностью продольного перемещения приводной элемент 120, а участки штифта 37 на втором закрывающем звене 38 будут установлены в соответствующие крюки 252 на закрывающей вилке 250. При использовании в настоящем документе термин «функциональное зацепление» применительно к двум компонентам означает, что два компонента находятся в достаточном зацеплении друг с другом так, что после приложения к ним активирующего движения компоненты могут выполнять назначенное действие, функцию и/или процедуру.

Как описано выше, по меньшей мере, пять систем сменных узлов 200 ствола могут быть функционально соединены, по меньшей мере, с пятью соответствующими системами узла 14 рукоятки. Первая система может содержать систему рамы, которая соединяет и/или совмещает раму или цапфу узла 200 ствола с рамой 20 узла 14 рукоятки. Другая система может содержать систему закрывающего привода 30, которая может функционально соединять закрывающий спусковой механизм 32 узла 14 рукоятки и закрывающую трубку 260 с упором 306 узла 200 ствола. Как кратко описано выше,

направляющая траверса для крепления закрывающей трубки 250 узла 200 ствола может зацепляться со штифтом 37 второго закрывающего звена 38. Другая система может содержать систему 80 пускового привода, которая может функционально соединять пусковой крючок 130 узла 14 рукоятки с промежуточным пусковым узлом 222 узла 200

стволола.

Как кратко описано выше, ушко 226 крепления ствола может быть функционально соединено с ложом 126 продольного приводного элемента 120. Другая система может содержать электрическую систему, которая может подавать сигнал контроллеру в узле 14 рукоятки, такому как микроконтроллер, о том, что, например, узел ствола, такой как узел 200 ствола, функционально зацепляется с узлом 14 рукоятки, и/или, во-вторых, подавать питание и/или сигналы связи между узлом 200 ствола и узлом 14 рукоятки. Например, узел 200 ствола может включать в себя электрический соединитель 1410, который функционально установлен на печатной плате 610 ствола. Электрический соединитель 1410 выполнен с возможностью парного соединения с соответствующим электрическим соединителем 1400 на плате 100 управления рукояткой. Более подробная информация, касающаяся электронных схем и систем управления, приведена в заявке на патент США № 13/803,086 и в настоящее время публикации заявки на патент США № 2014/0263541, полное описание которой было ранее включено в настоящий документ путем ссылки. Пятая система может состоять из системы фиксации для разъемной блокировки узла 200 ствола на узле 14 рукоятки.

Как также показано на ФИГ. 2 и 3, узел 14 рукоятки может содержать электрический соединитель 1400, содержащий множество электрических контактов. Как показано на ФИГ. 19, электрический разъем 1400, например, может содержать первый контакт 1401a, второй контакт 1401b, третий контакт 1401c, четвертый контакт 1401d, пятый контакт 1401e и шестой контакт 1401f. Несмотря на то что в показанном примере используются шесть контактов, предусмотрены другие примеры, в которых могут использоваться более шести контактов или менее шести контактов.

Как показано на ФИГ. 19, первый контакт 1401a может находиться в электрической связи с транзистором 1408, контакты 1401b-1401e могут находиться в электрической связи с микроконтроллером 1500, а шестой контакт 1401f может находиться в электрической связи с землей. В некоторых обстоятельствах один или более электрических контактов 1401b-1401e могут находиться в электрической связи с одним или более выходными каналами микроконтроллера 1500, и на них может подаваться питание или к ним может прилагаться потенциал, когда узел 14 рукоятки находится в состоянии с электропитанием. В некоторых обстоятельствах один или более электрических контактов 1401b-1401e могут находиться в электрической связи с одним или более входными каналами микроконтроллера 1500, и когда узел 14 рукоятки находится в состоянии с электропитанием, микроконтроллер 1500 может быть выполнен с возможностью обнаруживать приложение потенциала к таким электрическим контактам. Когда узел ствола, например, такой как узел 200 ствола, собирается с узлом 14 рукоятки, электрические контакты 1401a-1401f могут быть не связаны друг с другом. Однако когда узел ствола не собран с узлом 14 рукоятки, электрические контакты 1401a-1401f электрического разъема 1400 могут быть открыты, и в некоторых обстоятельствах один или более контактов 1401a-1401f могут случайно войти в электрическое соединение друг с другом. Такие ситуации могут быть возможны, например, когда один или более контактов 1401a-1401f входят в контакт с электропроводным материалом. В этом случае микроконтроллер 1500, например, может получить ошибочный входной сигнал, и/или узел 200 ствола может получить ошибочный

выходной сигнал. Для решения этой проблемы в различных обстоятельствах узел 14 рукоятки может быть отключен от питания, когда узел ствола, например, такой как узел 200 ствола, не прикреплен к узлу 14 рукоятки.

В других обстоятельствах узел 14 рукоятки может быть подключен к питанию, когда узел ствола, например, такой как узел 200 ствола, не прикреплен к ней. В таких обстоятельствах микроконтроллер 1500 может быть выполнен с возможностью игнорировать входные сигналы или потенциалы, приложенные к контактам, находящимся в электрической связи с микроконтроллером 1500, т. е. контактам 1401b-1401e, например, до тех пор, пока узел ствола не будет прикреплен к узлу 14 рукоятки. Хотя в таких обстоятельствах на микроконтроллер 1500 может подаваться питание для работы других функций узел 14 рукоятки, узел 14 рукоятки может находиться в состоянии с отключенным питанием. В некотором смысле электрический разъем 1400 может находиться в состоянии с отключенным питанием, так как потенциалы, приложенные к электрическим контактам 1401b-1401e, не могут влиять на работу узла 14 рукоятки. Читателю будет понятно, что хотя контакты 1401b-1401e могут находиться в состоянии с отключенным питанием, электрические контакты 1401a и 1401f, которые не находятся в электрической связи с микроконтроллером 1500, могут находиться или могут не находиться в состоянии с отключенным питанием. Например, шестой контакт 1401f может оставаться в электрической связи с землей независимо от того, находится ли узел 14 рукоятки в состоянии с включенным или с отключенным питанием.

Более того, транзистор 1408 и/или любая другая подходящая конфигурация транзисторов, например, такая как транзистор 1410, и/или переключателей может быть выполнена с возможностью управлять подачей питания от источника питания 1404, например, такого как батарея 90 внутри узла 14 рукоятки, к первому электрическому контакту 1401a, независимо от того, находится ли узел 14 рукоятки в состоянии со включенным или отключенным питанием. В различных обстоятельствах узел 200 ствола, например, может быть выполнен с возможностью изменять состояние транзистора 1408, когда узел 200 ствола зацепляется с узлом 14 рукоятки. В некоторых обстоятельствах, в дополнение к указанному ниже, датчик 1402 магнитного поля может быть выполнен с возможностью переключать состояние транзистора 1410, который в результате может переключать состояние транзистора 1408 и, в конечном итоге, подавать питание от источника питания 1404 на первый контакт 1401a. Таким образом, как цепи питания, так и сигнальные цепи разъема 1400, могут быть обесточены, когда узел ствола не установлен в узел 14 рукоятки, и могут получать питание, когда узел ствола установлен в узел 14 рукоятки.

В различных обстоятельствах, как показано на ФИГ. 19, узел 14 рукоятки может включать в себя, например, датчик 1402 магнитного поля, который может быть выполнен с возможностью обнаруживать обнаружимый элемент, например, такой как магнитный элемент 1407 (ФИГ. 3), на узле ствола, например, таком как узел 200 ствола, когда узел ствола соединен с узлом 14 рукоятки. Датчик 1402 магнитного поля может получать питание от источника питания 1406, например, такого как батарея, которое в результате может усиливать сигнал обнаружения от датчика 1402 магнитного поля и связываться с входным каналом микроконтроллера 1500 через цепь, показанную на ФИГ. 19. После того как микроконтроллер 1500 получил входной сигнал, указывающий на то, что узел ствола был по меньшей мере частично соединен с узлом 14 рукоятки, и что в результате этого электрические контакты 1401a-1401f более не открыты, микроконтроллер 1500 может войти в его нормальное рабочее состояние с питанием. В таком рабочем состоянии микроконтроллер 1500 будет оценивать сигналы,

передаваемые на один или более контактов 1401b-1401e от узла ствола, и/или передавать сигналы к узлу ствола через один или более контактов 1401b-1401e в процессе его обычного применения. В различных обстоятельствах может потребоваться, чтобы узел ствола 200 был полностью установлен, прежде чем датчик 1402 магнитного поля сможет обнаружить магнитный элемент 1407. Несмотря на то что датчик 1402 магнитного поля можно использовать для обнаружения наличия узла 200 ствола, для обнаружения того, был ли узел ствола собран с узлом 14 рукоятки, можно использовать любую подходящую систему датчиков и/или переключателей. Таким образом, в дополнение к указанному выше, как цепи питания, так и сигнальные цепи разъема 1400, могут быть обесточены, когда узел ствола не установлен в узле 14 рукоятки, и могут получать питание, когда узел ствола установлен в узел 14 рукоятки.

В различных примерах, в контексте настоящего изобретения, например, может использоваться любой подходящий датчик магнитного поля для определения того, был собран узел ствола с узлом 14 рукоятки. Например, технологии, применяемые для обнаружения магнитного поля, включают в себя, помимо прочего, датчик Холла, индукционную катушку, магнитный датчик с оптической накачкой, ядерную прецессию, сверхпроводящий магнитометр (SQUID), эффект Холла, анизотропное магнитосопротивление, гигантское магнитосопротивление, магнитные туннельные переходы, гигантский магнитоимпеданс, магнитострикционные/пьезоэлектрические композиты, магнитодиод, магнитотранзистор, оптоволокно, магнитооптические датчики и магнитные датчики на основе микроэлектромеханических систем.

Как показано на ФИГ. 19, микроконтроллер 1500 в целом микропроцессор («процессор») и один или более блоков памяти, функционально соединенных с процессором. Путем исполнения кодовой инструкции, которая хранится в памяти, процессор может управлять различными компонентами хирургического инструмента, например, такими как двигатель, различные приводные системы и/или пользовательский дисплей. Микроконтроллер 1500 может быть реализован с применением интегрированных и/или отдельных аппаратных элементов, программных элементов и/или их комбинации. Примеры интегрированных аппаратных элементов могут включать в себя процессоры, микропроцессоры, микроконтроллеры, интегральные схемы, специализированные интегральные схемы (СИС), программируемые логические устройства (ПЛУ), процессоры для обработки цифровых сигналов (DSP), программируемые пользователем вентильные матрицы (ППВМ), логические вентили, регистры, полупроводниковые устройства, кристаллы, микрокристаллы, наборы кристаллов, микроконтроллер, система на кристалле (SoC) и/или система в пакете (SIP). Примеры отдельных аппаратных элементов могут включать в себя схемы и/или элементы схемы, например, логические вентили, полевые транзисторы, биполярные транзисторы, резисторы, конденсаторы, индукционные катушки и/или реле. В некоторых примерах микроконтроллер 1500 может включать в себя гибридную схему, содержащую, например, отдельные или интегрированные элементы схемы или компоненты на одной или более подложках.

Как показано на ФИГ. 19, микроконтроллер 1500 может представлять собой, например, LM 4F230H5QR производства компании Texas Instruments. В некоторых примерах Texas Instruments LM4F230H5QR представляет собой процессорное ядро ARM Cortex-M4F, содержащее одноктактную флеш-память на кристалле объемом 256 Кб или другую энергонезависимую память с частотой максимум 40 МГц, буфер предвыборки для повышения производительности выше 40 МГц, одноктактную последовательную память с произвольным доступом (SRAM) объемом 32 Кб, внутреннее постоянное

запоминающее устройство (ПЗУ) с загруженным программным обеспечением StellarisWare®, электрически стираемую программируемую постоянную память (ЭСППЗУ) объемом 2 Кб, один или более модулей широтно-импульсной модуляции (ШИМ), один или более аналогов импульсных датчиков положения (QEI), один или более 12-битных аналогово-цифровых преобразователей (АЦП) с 12 аналоговыми входными каналами, помимо других элементов, которые находятся в доступе. В настоящем изобретении в качестве замены могут применяться другие микроконтроллеры. Соответственно, настоящее описание не должно быть ограничено в этом контексте.

Как описано выше, узел 14 рукоятки и/или узел 200 ствола может включать системы и конфигурации, предназначенные для предотвращения или, по меньшей мере, снижения вероятности короткого замыкания контактов электрического соединителя 1400 рукоятки и/или контактов электрического соединителя 1410 ствола, когда узел 200 ствола не собран, или полностью собран, с узлом 14 рукоятки. Как показано на ФИГ. 3, электрический соединитель 1400 рукоятки может быть по меньшей мере частично утоплен в полости 1409, образованной в раме 20 рукоятки. Шесть контактов 1401a-1401f электрического соединителя 1400 могут быть полностью утоплены в полости 1409. Такие варианты расположения могут снижать вероятность случайного контакта с объектом одного или более контактов 1401a-1401f. Аналогично, электрический соединитель 1410 ствола может быть расположен в углублении, образованном в шасси 240 ствола, что может снижать вероятность случайного контакта с объектом одного или более контактов 1411a-1411f электрического соединителя 1410 ствола. Как показано на конкретном примере по ФИГ. 3, контакты 1411a-1411f ствола могут представлять собой штыревые контакты. В по меньшей мере одном примере, каждый контакт 1411a-1411f ствола может содержать гибкий выступ, проходящий из него, который может быть выполнен с возможностью зацепления, например, с соответствующим контактом 1401a-1401f рукоятки. Контакты 1401a-1401f рукоятки могут представлять собой гнездовые контакты. В по меньшей мере одном примере, каждый контакт рукоятки 1401a-1401f может содержать плоскую поверхность, например, об которую штыревые контакты 1401a-1401f ствола могут тереться, или по которой они могут скользить, для поддержания электропроводящей поверхности раздела между ними. В различных примерах направление, в котором узел 200 ствола собирают с узлом 14 рукоятки, может быть параллельным или, по меньшей мере, по существу параллельным контактам 1401a-1401f рукоятки, вследствие чего контакты 1411a-1411f ствола скользят по контактам 1401a-1401f рукоятки, когда узел 200 ствола собран с узлом 14 рукоятки. В различных альтернативных примерах контакты 1401a-1401f рукоятки могут представлять собой штыревые контакты и контакты 1411a-1411f ствола могут представлять собой гнездовые контакты. В определенных альтернативных примерах, контакты 1401a-1401f рукоятки и контакты 1411a-1411f ствола могут характеризоваться любым подходящим расположением.

В различных примерах узел 14 рукоятки может содержать защитный элемент соединителя, выполненный с возможностью, по меньшей мере, частично закрывать электрический соединитель 1400 рукоятки, и/или защитный элемент соединителя выполнен с возможностью, по меньшей мере, частично закрывать электрический соединитель 1410 ствола. Защитный элемент соединителя может предотвращать или по меньшей мере снижать вероятность случайного касания объектом контактов электрического соединителя, когда узел ствола не собран с рукояткой, или только частично собран с ней. Защитный элемент соединителя может быть подвижным.

Например, защитный элемент соединителя может быть перемещен между закрытым положением, в котором он по меньшей мере частично защищает соединитель, и открытым положением, в котором он не защищает соединитель, или по меньшей мере защищает меньшую его часть. В по меньшей мере одном примере защитный элемент соединителя можно сместить при сборке узла ствола с рукояткой. Например, если рукоятка содержит а защитный элемент соединителя рукоятки, узел ствола может контактировать и смещать защитный элемент соединителя рукоятки при сборке узла ствола с рукояткой. Аналогично, если узел ствола содержит защитный элемент соединителя ствола, рукоятка может контактировать и смещать защитный элемент соединителя ствола при сборке узла ствола с рукояткой. В различных примерах защитный элемент соединителя может содержать, например, дверцу. В по меньшей мере одном примере дверца может иметь скошенную поверхность, которая, при контакте с рукояткой или стержнем, может способствовать смещению дверцы в определенном направлении. В различных примерах защитный элемент соединителя, например, можно приводит в поступательное перемещение и/или вращение. В некоторых примерах защитный элемент соединителя может содержать по меньшей мере одну пленку, которая закрывает контакты электрического соединителя. Когда узел ствола собран с рукояткой, пленка может порваться. В по меньшей мере одном случае штыревые контакты соединителя могут проникать в пленку перед тем, как входить в зацепление с соответствующими контактами, расположенными под пленкой.

Как описано выше, хирургический инструмент может содержать систему, которая может избирательно включать, или активировать, контакты электрического соединителя, такого как, например, электрический соединитель 1400. В различных примерах, контакты могут быть переведены между неактивированным состоянием и активированным состоянием. В некоторых примерах контакты могут быть переведены между отслеживаемым состоянием, деактивированным состоянием и активированным состоянием. Например, микроконтроллер 1500, например, может отслеживать контакты 1401a-1401f, когда узел ствола не был собран с узлом 14 рукоятки для определения того, не было ли короткого замыкания одного или более контактов 1401a-1401f. Микроконтроллер 1500 может быть выполнен с возможностью подачи низкого потенциала напряжения на каждый из контактов 1401a-1401f и оценки, присутствует ли только минимальное сопротивление на каждом из контактов. Такое рабочее состояние может предусматривать отслеживаемое состояние. В случае, если определенное сопротивление на контакте является высоким, или оно выше порогового сопротивления, микроконтроллер 1500 может деактивировать этот контакт, несколько контактов, или, альтернативно, все контакты. Такое рабочее состояние может предусматривать деактивированное состояние. Если узел ствола собран с узлом 14 рукоятки и это определено микроконтроллером 1500, как описано выше, микроконтроллер 1500 может повышать потенциал напряжения, который подается на контакты 1401a-1401f. Такое рабочее состояние может предусматривать активированное состояние.

В различных узлах ствола, описанных в настоящем документе, могут использоваться датчики и различные другие компоненты, которые требуют наличия электрической связи с контроллером в корпусе. Эти узлы ствола обычно выполнены с возможностью вращения относительно корпуса, что делает неизбежным наличие соединения, которое упрощает такую электрическую связь между двумя или более компонентами, которые могут вращаться друг относительно друга. При использовании концевых эффекторов типов, описанных в настоящем документе, конструкции соединителей должны быть

относительно прочными, но при этом также компактным для установки в часть для соединителя узла ствола.

На ФИГ. 20 изображена неограничивающая форма концевой эффектора 300. Как описано выше, концевой эффектор 300 может содержать упор 306 и кассету 304 со скобами. В данном не имеющем ограничительного характера примере упор 306 соединен с удлиненным каналом 198. Например, в удлиненном канале 198 могут быть образованы отверстия 199, которые могут принимать штифты 152, направленные от упора 306, и позволяют упору 306 вращаться из открытого положения в закрытое положение относительно удлиненного канала 198 и кассеты со скобами 304. Кроме того, на ФИГ. 20 показан пусковой стержень 172, выполненный с возможностью продольного поступательного перемещения в концевой эффектор 300. Пусковой стержень 172 может быть изготовлен из одной сплошной секции или, в различных примерах, может включать в себя многослойный материал, содержащий, например, комплект стальных пластин. Дистально выступающий конец пускового стержня 172 может быть прикреплен к трехроговому элементу 178, который может, помимо прочего, помогать в разнесении упора 306 и кассеты 304 со скобами, расположенной в удлиненном канале 198, когда упор 306 находится в закрытом положении. Трехрогий элемент 178 также может включать в себя заостренный режущий край 182, который может применяться для рассечения ткани по мере продвижения трехрогого элемента 178 дистально пусковым стержнем 172. При эксплуатации трехрогий элемент 178 также может активировать или обеспечивать срабатывание кассеты 304 со скобами. Кассета 304 со скобами может включать в себя формованный корпус 194 кассеты, который удерживает множество скоб 191, уложенных на выталкиватели 192 скоб внутри соответствующих открытых вверх гнезд 195 для скоб. Трехрогий элемент 178 дистально выталкивает клиновидные салазки 190, которые скользят по лотку 196 кассеты, удерживающему вместе различные компоненты сменной кассеты 304 со скобами. Клиновидные салазки 190 поднимают вверх выталкиватели 192 скоб для выталкивания скоб 191 в деформирующий контакт с упором 306, в то время как режущая поверхность 182 трехрогого элемента 178 рассекает зажатую ткань.

В дополнение к указанному выше, трехрогий элемент 178 может включать в себя верхние штифты 180, которые зацепляют упор 306 во время активации. Трехрогий элемент 178 дополнительно может включать в себя средние штифты 184 и пятку 186, которые могут зацеплять различные части корпуса кассеты 194, лотка кассеты 196 и удлиненного канала 198. Когда кассета 304 со скобами расположена внутри удлиненного канала 198, паз 193, образованный в корпусе кассеты 194, может быть совмещен с пазом 197, образованным в лотке 196 кассеты, и пазом 189, образованным в удлиненном канале 198. При применении трехрогий элемент 178 может скользить по совмещенным пазам 193, 197 и 189, причем, как показано на ФИГ. 20, пятка 186 трехрогого элемента 178 может зацеплять канавку, проходящую вдоль нижней поверхности канала 198 вдоль длины паза 189, средние штифты 184 могут зацеплять верхние поверхности лотка 196 кассеты вдоль длины продольного паза 197, а верхние штифты 180 могут зацеплять упор 306. В таких обстоятельствах трехрогий элемент 178 может отделять или ограничивать относительное перемещение между упором 306 и кассетой 304 со скобами по мере перемещения пускового стержня 172 дистально для наложения скоб из кассеты 304 со скобами и/или рассечения ткани, захваченной между упором 306 и кассетой 304 со скобами. После этого пусковой стержень 172 и трехрогий элемент 178 можно оттянуть проксимально, что позволяет упору 306 открыться, чтобы высвободить две сшитые скобами и рассеченные части ткани (не показаны).

После общего описания хирургического инструмента 10 (ФИГ. 1-4), далее приводится подробное описание различных электрических/электронных компонентов хирургического инструмента 10. На ФИГ. 21А-21В изображен один пример сегментированной цепи 2000, содержащей множество сегментов 2002а-2002g.

5 Сегментированная цепь 2000, содержащая множество сегментов 2002а-2002g цепи, выполнена с возможностью управления хирургическим инструментом с электроприводом, таким как, например, хирургический инструмент 10, изображенный на ФИГ. 1-18А, без ограничения. Множество сегментов 2002а-2002g цепи выполнены с возможностью управления одной или более операциями хирургического инструмента
10 с электроприводом. Сегмент 2002а процессора обеспечения безопасности (сегмент 1) содержит процессор 2004 обеспечения безопасности. Сегмент 2002b главного процессора (сегмент 2) содержит главный или основной процессор 2006. Процессор 2004 обеспечения безопасности и/или главный процессор 2006 выполнены с
15 возможностью взаимодействия с одним или более дополнительными сегментами 2002с-2002g цепи для управления работой хирургического инструмента 10 с электроприводом. Главный процессор 2006 содержит множество вводов, соединенных, например, с одним или более сегментами 2002с-2002g цепи, батареей 2008 и/или множеством переключателей 2056-2070. Сегментированная цепь 2000 может быть реализована в виде любой подходящей цепи, такой как, например, блок печатных плат (РСВА) в хирургическом
20 инструменте 10 с электроприводом. Следует понимать, что термин «процессор» в контексте настоящего документа включает любой микропроцессор, микроконтроллер или другое базовое вычислительное устройство, которое имеет функции центрального процессора (ЦП) компьютера на интегральной схеме или не более, чем на нескольких интегральных схемах. Процессор представляет собой многозадачное программируемое
25 устройство, которое принимает цифровые данные в качестве входных данных, обрабатывает их в соответствии с командами, хранящимися в памяти, и выдает результат в виде выходных данных. Он представляет собой пример последовательной цифровой логики, поскольку имеет внутреннюю память. Процессоры выполняют операции над числами и символами, имеющимися в двоичной системе исчисления.

30 В одном аспекте основной процессор 2006 может представлять собой любой одноядерный или многоядерный процессор, такой как известный под торговым названием ARM Cortex от Texas Instruments. В одном примере процессор 2004 обеспечения безопасности может представлять собой микроконтроллерную платформу обеспечения безопасности, содержащую два семейства микроконтроллеров, таких как TMS570 и
35 RM4x, известные под торговым названием Hercules ARM Cortex R4, также от Texas Instruments. Тем не менее, могут использоваться другие подходящие эквиваленты микроконтроллеров и процессоров обеспечения безопасности, без ограничения. В одном примере процессор 2004 обеспечения безопасности может быть специально разработан под приложения с особыми требованиями по безопасности IEC 61508 и ISO
40 26262, среди прочего, для обеспечения усовершенствованных интегрированных функций обеспечения безопасности, при этом обеспечивая настраиваемые технические характеристики, возможность подключения и хранения данных.

В некоторых примерах основной процессор 2006 может представлять собой, например, LM 4F230H5QR производства компании Texas Instruments. В по меньшей мере
45 одном примере Texas Instruments LM4F230H5QR представляет собой процессорное ядро ARM Cortex-M4F, содержащее одноктактную флеш-память на кристалле объемом 256 Кб или другую энергонезависимую память с частотой максимум 40 МГц, буфер предвыборки для повышения производительности выше 40 МГц, одноктактную SRAM

объемом 32 Кб, внутреннее ПЗУ с загруженным программным обеспечением StellarisWare®, ЭСППЗУ объемом 2 Кб, один или более модулей ШИМ, один или более аналогов QEI, один или более 12-битных АЦП с 12 аналоговыми входными каналами, помимо других элементов, информацию о которых можно получить из паспорта изделия.

5 В качестве замены могут использоваться другие процессоры и, соответственно, настоящее описание не должно быть ограничено в этом контексте.

В одном аспекте сегментированная цепь 2000 содержит сегмент 2002с ускорения (сегмент 3). Сегмент 2002с ускорения содержит датчик 2022 ускорения. Датчик 2022 ускорения может представлять собой, например, акселерометр. Датчик 2022 ускорения выполнен с возможностью определения движения или ускорения хирургического инструмента 10 с электроприводом. В некоторых примерах входные данные от датчика 2022 ускорения используются, например, для перехода в спящий режим или из него, определения ориентации хирургического инструмента с электроприводом и/или определения того, когда хирургический инструмент был сброшен. В некоторых примерах 15 сегмент 2002с ускорения соединен с процессором 2004 обеспечения безопасности и/или главным процессором 2006.

В некоторых аспектах сегментированная цепь 2000 содержит сегмент 2002d дисплея (сегмент 4). В соответствии с различными вариантами осуществления сегмент 2002d дисплея содержит соединитель дисплея (не показан), который соединен с главным 20 процессором 2006, одну или более интегральных схем драйвера дисплея (не показаны), которые соединены с соединителем дисплея, и дисплей 2028, который соединен с одной или более интегральными схемами драйвера дисплея. Соединитель дисплея и одна или более интегральных схем драйвера дисплея показаны, например, на ФИГ. 4В в заявке на патент США № 14/226,076, содержание которой полностью включено в настоящий 25 документ с помощью ссылки. Интегральные схемы драйвера дисплея могут быть встроены в дисплей 2028 и/или могут быть расположены отдельно от дисплея 2028. Дисплей 2028 может представлять собой любой подходящий дисплей, такой как, например, дисплей на основе органических светодиодов (OLED), жидкокристаллический дисплей (ЖКД) и/или любой другой подходящий дисплей. В некоторых примерах 30 сегмент 2002d дисплея соединен с процессором 2004 обеспечения безопасности.

В некоторых аспектах сегментированная цепь 2000 содержит сегмент 2002е ствола (сегмент 5). Сегмент 2002е ствола содержит одно или более средств управления узлом ствола (например, узлом 200 ствола), соединенных с хирургическим инструментом 10, и/или одно или более средств управления концевым эффектором (например, концевым 35 эффектором 300), соединенных со стволом 200. В соответствии с различными вариантами осуществления сегмент 2002е ствола содержит соединитель 2030 ствола и блок печатных плат (PCBA) 2031 ствола. Соединитель 2030 ствола выполнен с возможностью обеспечения связи PCBA 2031 ствола с главным процессором 2006. В соответствии с различными вариантами осуществления PCBA 2031 ствола содержит первый 40 переключатель шарнирного соединения (не показан), второй переключатель шарнирного соединения (не показан) и ЭСППЗУ PCBA ствола (не показано). В некоторых примерах ЭСППЗУ PCBA ствола имеет один или более параметров, режимов и/или программ, характерных для узла 200 ствола и/или PCBA 2031 ствола. PCBA 2031 ствола может быть соединен с узлом 200 ствола и/или выполнен как одно целое с хирургическим 45 инструментом 10. В некоторых примерах сегмент 2002е ствола содержит второе ЭСППЗУ ствола (не показано). Второе ЭСППЗУ ствола имеет множество алгоритмов, режимов, параметров и/или других данных, соответствующих одному или более узлам 200 ствола и/или концевым эффекторам 300, которые могут взаимодействовать с

хирургическим инструментом 10 с электроприводом. Первый переключатель шарнирного соединения, второй переключатель шарнирного соединения и ЭСППЗУ РСВА ствола показаны, например, на ФИГ. 4А в заявке на патент США № 14/226,076, содержание которой полностью включено в настоящий документ с помощью ссылки.

5 В соответствии с другими вариантами осуществления, как показано на ФИГ. 21А, сегмент 2002е ствола содержит РСВА 2031 стержня, датчик 2070 Холла и соединитель 2025 стержня. РСВА 2031 ствола содержит микропроцессор 2090 с низким энергопотреблением с технологией ферроэлектрического оперативного запоминающего устройства (FRAM), механический переключатель 2092 шарнирного сочленения,
10 переключатель 2094 разблокировки ствола на эффекте Холла и флеш-память 2034. Датчик 2070 Холла используется для указания зацепления узла 200 ствола и, таким образом, может рассматриваться как датчик зацепления стержня.

В некоторых аспектах сегментированная цепь 2000 содержит сегмент 2002f кодового датчика положения (сегмент 6). Сегмент 2002f кодового датчика положения содержит
15 один или более магнитных кодовых датчиков 2040а-2040b углового положения. Один или более магнитных кодовых датчиков 2040а-2040b углового положения выполнены с возможностью определения углового положения двигателя 2048, узла 200 ствола и/или концевого эффектора 300 хирургического инструмента 10. В некоторых примерах магнитные кодовые датчики 2040а-2040b углового положения могут быть соединены
20 с процессором 2004 обеспечения безопасности и/или главным процессором 2006.

В некоторых аспектах сегментированная цепь 2000 содержит сегмент 2002g двигателя (сегмент 7). Сегмент 2002g двигателя содержит двигатель 2048, такой как, например, щеточный двигатель постоянного тока, выполненный с возможностью управления
25 одним или более движениями хирургического инструмента 10 с электроприводом. Двигатель 2048 соединен с главным процессором 2006 посредством контроллера 2043 двигателя, множества приводов 2042 с мостовой схемой управления и множества полевых транзисторов с мостовой схемой управления (не показаны). В соответствии с различными вариантами осуществления полевые транзисторы (FET) с мостовой схемой управления соединены с процессором 2004 обеспечения безопасности. FET с мостовой
30 схемой управления показаны, например, на ФИГ. 4В в заявке на патент США № 14/226,076, содержание которой полностью включено в настоящий документ с помощью ссылки. Контроллер 2043 двигателя управляет первым флажковым указателем 2074а двигателя и вторым флажковым указателем 2074b двигателя для указания состояния и положения двигателя 2048 главному процессору 2006. Главный процессор 2006 подает
35 высокий сигнал 2076а широтно-импульсной модуляции (ШИМ), низкий сигнал 2076b ШИМ, сигнал 2078 направления, сигнал 2080 синхронизации и сигнал 2082 сброса двигателя на контроллер 2043 двигателя через буфер 2084. Датчик 2046 тока двигателя последовательно соединен с двигателем 2048 для измерения потребления тока двигателя 2048. Датчик 2046 тока двигателя обменивается сигналами с главным процессором
40 2006 и/или процессором 2004 обеспечения безопасности. В некоторых примерах двигатель 2048 соединен с фильтром подавления электромагнитных помех (ЕМІ) двигателя (не показан). Фильтр ЕМІ показан, например, на ФИГ. 3В в заявке на патент США № 14/226,076, содержание которой полностью включено в настоящий документ с помощью ссылки.

45 В некоторых аспектах сегментированная цепь 2000 содержит сегмент 2002h питания (сегмент 8), выполненный с возможностью подачи сегмента напряжения на каждый из сегментов 1102а-1102g цепи. Батарея 2008 соединена с процессором 2004 обеспечения безопасности, главным процессором 2006 и одним или более дополнительными

сегментами 2002с-2002g цепи. Батарея 2008 соединена с сегментированной цепью 2000 посредством соединителя 2010 батареи и датчика 2012 тока. Датчик 2012 тока выполнен с возможностью измерения общего потребления тока сегментированной цепи 2000. В некоторых примерах один или более преобразователей 2014а, 2014b, 2016 напряжения выполнены с возможностью подачи заданных величин напряжения на один или более сегментов 2002а-2002g цепи. Например, в некоторых примерах сегментированная цепь 2000 может содержать преобразователи 2014а-2014b напряжения на 3,3 В и/или преобразователи 2016 напряжения на 5 В. Повышающий преобразователь 2018 выполнен с возможностью обеспечения повышения напряжения до заданной величины, такой как, например, до 13 В. Повышающий преобразователь 2018 выполнен с возможностью подачи дополнительного напряжения и/или тока во время энергоемких операций и предотвращения понижения напряжения или снижения энергопотребления. Транзисторный переключатель (например, n-канальный MOSFET) 2015 соединен с преобразователями 2014В, 2016 мощности.

В некоторых аспектах сегмент 2002а обеспечения безопасности содержит выключатель 2020 питания двигателя. Выключатель 2020 питания двигателя подключен между сегментом 2002h питания и сегментом 2002g двигателя. Транзисторный переключатель (например, n-канальный MOSFET) 2057 соединен с выключателем 2020 питания двигателя. Сегмент 2002а обеспечения безопасности выполнен с возможностью прекращения подачи питания на сегмент 2002g двигателя, когда процессор 2004 обеспечения безопасности и/или главный процессор 2006 определяет сбой или отказ, что описано подробно в настоящем документе. Хотя сегменты 2002а-2002g цепи изображены так, что все компоненты сегментов 2002а-2002h цепи расположены физически близко друг к другу, специалисту в области техники будет понятно, что сегмент 2002а-2002h цепи может содержать компоненты, которые находятся физически и/или электрически отдельно от других компонентов того же сегмента 2002а-2002g цепи. В некоторых примерах один или более компонентов могут быть общими для двух или более сегментов 2002а-2002g цепи.

В некоторых аспектах множество переключателей 2056-2070 соединены с процессором 2004 обеспечения безопасности и/или главным процессором 2006. Множество переключателей 2056-2070 могут быть выполнены с возможностью управления одной или более операциями хирургического инструмента 10, управления одной или более операциями сегментированной цепи 2000, и/или указания состояния хирургического инструмента 10. Например, переключатель 2056 аварийной дверцы выполнен с возможностью указания состояния аварийной дверцы. Множество переключателей шарнирного соединения, такие как, например, левый переключатель 2058а левого шарнирного соединения, правый переключатель 2060а левого шарнирного соединения, центральный переключатель 2062а левого шарнирного соединения, левый переключатель 2058b правого шарнирного соединения, правый переключатель 2060b правого шарнирного соединения центральный переключатель 2062b правого шарнирного соединения выполнены с возможностью управления шарнирным соединением узла 200 ствола и/или концевой эффектора 300. Левый реверсирующий переключатель 2064а и правый реверсирующий переключатель 2064b соединены с главным процессором 2006. В некоторых примерах левые переключатели, включая левый переключатель 2058а левого шарнирного соединения, правый переключатель 2060а левого шарнирного соединения, центральный переключатель 2062а левого шарнирного соединения и левый реверсирующий переключатель 2064а, соединены с главным процессором 2006 посредством левого изогнутого соединителя (не показан). Правые переключатели,

включая левый переключатель 2058b правого шарнирного соединения, правый переключатель 2060b правого шарнирного соединения, центральный переключатель 2062b правого шарнирного соединения и правый реверсирующий переключатель 2064b, соединены с главным процессором 2006 посредством правого изогнутого соединителя (не показан). Левый изогнутый соединитель и правый изогнутый соединитель показаны, например, на ФИГ. 3А в заявке на патент США № 14/226,076, содержание которой полностью включено в настоящий документ с помощью ссылки. В некоторых примерах пусковой переключатель 2066, переключатель 2068 размыкания зажима и датчик Холла/ датчик 2070 зацепления ствола соединены с главным процессором 2006.

В некоторых аспектах множество переключателей 2056-2070 могут содержать, например, множество средств управления рукояткой, установленных в рукоятке хирургического инструмента 10, множество переключателей индикатора, и/или любую их комбинацию. В различных примерах множество переключателей 2056-2070 позволяют хирургу совершать манипуляции хирургическим инструментом, обеспечивать обратную связь для сегментированной цепи 2000 в отношении положения и/или работы хирургического инструмента и/или указывать небезопасную операцию хирургического инструмента 10. В некоторых примерах большее или меньшее количество переключателей может быть соединено с сегментированной цепью 2000, причем один или более переключателей 2056-2070 могут быть объединены в один переключатель и/или выполнены в виде нескольких переключателей. Например, в одном примере один или более из переключателей 2058a-2064b левого и/или правого шарнирного соединения могут быть объединены в один многопозиционный переключатель.

В одном аспекте процессор 2004 обеспечения безопасности выполнен с возможностью реализации предохранительной функции, среди других операций обеспечения безопасности. Процессор 2004 обеспечения безопасности и главный процессор 2006 сегментированной цепи 2000 обмениваются сигналами. Главный процессор 2006 также соединен с флеш-памятью 2086. Постоянный heartbeat-сигнал микропроцессора подается на выход 2096. Сегмент 2002c ускорения содержит акселерометр 2022, выполненный с возможностью отслеживания движения хирургического инструмента 10. В различных примерах акселерометр 2022 может представлять собой одно-, двух- или трехосный акселерометр. Акселерометр 2022 может использоваться для измерения надлежащего ускорения, которое не обязательно представляет собой ускорение в системе координат (быстрота изменения скорости). Вместо этого, акселерометр определяет ускорение, связанное с явлением силы тяжести, действующей на контрольную массу в состоянии покоя в системе координат акселерометра 2022. Например, акселерометр 2022 в состоянии покоя на поверхности земли измерит ускорение $g=9,8 \text{ м/с}^2$ (ускорение свободного падения) при вертикальном движении вверх, за счет силы тяжести. Другой тип ускорения, которое может измерить акселерометр 2022, представляет собой ускорение силы тяжести. В различных других примерах акселерометр 2022 может содержать одно-, двух- или трехосный акселерометр. Кроме того, сегмент 2002c ускорения может содержать один или более инерционных датчиков для определения и измерения ускорения, наклона, силы удара, вибрации, вращения и множества степеней свободы (DoF). Подходящий инерционный датчик может представлять собой акселерометр (одно-, двух- или трехосный), магнитометр для измерения магнитного поля в пространстве, таком как магнитное поле земли, и/или гироскоп для измерения угловой скорости.

В одном аспекте процессор 2004 обеспечения безопасности выполнен с возможностью реализации предохранительной функции в отношении одного или более сегментов

2002с-2002h цепи, таких как, например, сегмент 2002g двигателя. В этом отношении процессор 2004 обеспечения безопасности реализует предохранительную функцию в целях обнаружения и устранения неисправностей главного процессора 2006. Во время нормальной работы, процессор 2004 обеспечения безопасности следит за работой

5 главного процессора 2006 на предмет отказов аппаратной части или программных ошибок и инициирует выполнение корректирующего действия или действий. Корректирующие действия могут включать перевод главного процессора 2006 в безопасный режим и восстановление нормальной работы системы. В одном примере процессор 2004 обеспечения безопасности соединен по меньшей мере с первым датчиком.

10 Первый датчик измеряет первое свойство хирургического инструмента 10 (ФИГ. 1-4). В некоторых примерах процессор 2004 обеспечения безопасности выполнен с возможностью сравнения измеренного свойства хирургического инструмента 10 с заданной величиной. Например, в одном примере датчик 2040a двигателя (например, магнитный кодовый датчик углового положения) соединен с процессором 2004

15 обеспечения безопасности. Датчик 2040a двигателя подает информацию о скорости и положении двигателя на процессор 2004 обеспечения безопасности. Процессор 2004 обеспечения безопасности контролирует показания датчика 2040a двигателя и сравнивает указанную величину с максимальной величиной скорости и/или положения, а также предотвращает работу двигателя 2048 при превышении заданных величин. В некоторых

20 примерах заданные величины вычисляют на основании скорости и/или положения двигателя 2048 в режиме реального времени, вычисленных из величин, поданных вторым датчиком 2040b двигателя (например, магнитным кодовым датчиком углового положения), находящимся в связи с главным процессором 2006, и/или поданных на процессор 2004 обеспечения безопасности от, например, модуля памяти, соединенного

25 с процессором 2004 обеспечения безопасности.

В некоторых аспектах второй датчик соединен с главным процессором 2006. Вторым датчик выполнен с возможностью измерения первого физического свойства. Процессор 2004 обеспечения безопасности и главный процессор 2006 выполнены с возможностью подачи сигнала, указывающего величину от первого датчика и второго датчика

30 соответственно. Когда процессор 2004 обеспечения безопасности или главный процессор 2006 указывает величину, которая находится за пределами приемлемого диапазона, сегментированная цепь 2000 предотвращает работу по меньшей мере одного из сегментов 2002с-2002h цепи, такого как, например, сегмент 2002g двигателя. Например, в примере, изображенном на ФИГ. 21А-21В, процессор 2004 обеспечения безопасности

35 соединен с первым датчиком 2040a положения двигателя, а главный процессор 2006 соединен со вторым датчиком 2040b положения двигателя. Датчики 2040a, 2040b положение двигателя могут представлять собой любой подходящий датчик положения двигателя, такой как, например, магнитный вход углового положения, содержащий выход синус-косинус. Датчики 2040a, 2040b положения двигателя подают

40 соответствующие сигналы на процессор 2004 обеспечения безопасности и главный процессор 2006, которые указывают положение двигателя 2048.

Процессор 2004 обеспечения безопасности и главный процессор 2006 генерируют сигнал активации, когда величины от первого датчика 2040a двигателя и второго датчика 2040b двигателя находятся в пределах заданного диапазона. Когда главный

45 процессор 2006 или процессор 2004 обеспечения безопасности обнаруживают величину, находящуюся в заданном диапазоне, сигнал активации прекращается и работа по меньшей мере одного сегмента 2002с-2002h цепи, такого как, например, сегмент 2002g двигателя, прерывается и/или предотвращается. Например, в некоторых примерах

сигнал активации от главного процессора 2006 и сигнал активации от процессора 2004 обеспечения безопасности соединены с элементом И 2059. Элемент И 2059 соединен с переключателем 2020 питания двигателя. Элемент И 2059 поддерживает переключатель 2020 питания двигателя в замкнутом, или включенном, положении, когда сигнал активации как от процессора 2004 обеспечения безопасности, так и от главного процессора 2006 является высоким, что указывает, что величина от датчиков 2040a, 2040b двигателя находится в заданном диапазоне. Когда любой из датчиков 2040a, 2040b двигатель обнаруживает величину, находящуюся за пределами заданного диапазона, сигнал активации от этого датчика 2040a, 2040b двигателя устанавливается низким, и выход элемента И 2059 устанавливается низким, что приводит к размыканию переключателя 2020 питания двигателя. В некоторых примерах величины от первого датчика 2040a и второго датчика 2040b сравниваются, например, процессором 2004 обеспечения безопасности и/или главным процессором 2006. Если величины от первого датчика и второго датчика отличаются, процессор 2004 обеспечения безопасности и/или главный процессор 2006 могут предотвращать работу сегмента 2002g двигателя.

В некоторых аспектах процессор 2004 обеспечения безопасности принимает сигнал, который указывает величину от второго датчика 2040b, и сравнивает величину от второго датчика с величиной от первого датчика. Например, в одном аспекте процессор 2004 обеспечения безопасности соединен непосредственно с первым датчиком 2040a двигателя. Второй датчик 2040b двигателя соединен с главным процессором 2006, который подает величину от второго датчика 2040b двигателя на процессор 2004 обеспечения безопасности, и/или соединен непосредственно с процессором 2004 обеспечения безопасности. Процессор 2004 обеспечения безопасности сравнивает величину от первого датчика 2040 двигателя с величиной от второго датчика 2040b двигателя. Если процессор 2004 обеспечения безопасности обнаруживает несоответствие величин от первого датчика 2040a двигателя и второго датчика 2040b двигателя, процессор 2004 обеспечения безопасности может прекращать работу сегмента 2002g двигателя, например, путем прекращения подачи питания на сегмент 2002g двигателя.

В некоторых аспектах процессор 2004 обеспечения безопасности и/или главный процессор 2006 соединены с первым датчиком 2040a, выполненным с возможностью измерения первого свойства хирургического инструмента, и вторым датчиком 2040b, выполненным с возможностью измерения второго свойства хирургического инструмента. Первое свойство и второе свойство характеризуются заданным взаимоотношением, когда хирургический инструмент работает в нормальном режиме. Процессор 2004 обеспечения безопасности контролирует первое свойство и второе свойство. Если обнаруживают, что величина первого свойства и/или второго свойства не соответствует заданному взаимоотношению, происходит отказ. Когда происходит отказ, процессор 2004 обеспечения безопасности предпринимает по меньшей мере одно действие, такое как, например, предотвращение работы по меньшей мере одного из сегментов цепи, выполнение заданной операции и/или сброс главного процессора 2006. Например, процессор 2004 обеспечения безопасности может размыкать переключатель 2020 питания двигателя для прекращения подачи питания на сегмент 2002g цепи двигателя, когда обнаружен отказ.

В одном аспекте процессор 2004 обеспечения безопасности выполнен с возможностью выполнения независимого алгоритма управления. При работе, процессор 2004 обеспечения безопасности контролирует сегментированную цепь 2000 и выполнен с возможностью управления и/или игнорирования сигналов от других компонентов цепи, таких как, например, главный процессор 2006, независимым образом. Процессор 2004

обеспечения безопасности может выполнять предварительно запрограммированный алгоритм и/или может быть обновлен или запрограммирован в реальном времени в течение работы на основании одного или более действий и/или положений

хирургического инструмента 10. Например, в одном примере процессор 2004 обеспечения безопасности повторно программируется с новыми параметрами и/или алгоритмами обеспечения безопасности каждый раз, когда новый ствол и/или концевой эффектор соединяют с хирургическим инструментом 10. В некоторых примерах одна или более величин обеспечения безопасности, хранящихся в процессоре 2004 обеспечения безопасности, дублируются главным процессором 2006. Двухстороннее обнаружение ошибок выполняется для проверки правильности величин и/или параметров, хранящихся в любом из процессоров 2004, 2006.

В некоторых аспектах процессор 2004 обеспечения безопасности и главный процессор 2006 осуществляют избыточную проверку безопасности. Процессор 2004 обеспечения безопасности и главный процессор 2006 подают периодические сигналы, указывающие нормальную работу. Например, во время работы, процессор 2004 обеспечения безопасности может указывать главному процессору 2006, что процессор 2004 обеспечения безопасности исполняет код и работает в нормальном режиме. Главный процессор 2006 может, аналогичным образом, указывать процессору 2004 обеспечения безопасности, что главный процессор 2006 исполняет код и работает в нормальном режиме. В некоторых примерах связь между процессором 2004 обеспечения безопасности и главным процессором 2006 происходит через заданные интервалы времени. Заданный интервал времени может быть постоянным или переменным в зависимости от состояния цепи и/или работы хирургического инструмента 10.

На ФИГ. 22 изображен один пример узла 2100 питания, содержащий цепь 2102 цикла использования, выполненную с возможностью контроля количества циклов использования узла 2100 питания. Узел 2100 питания может быть соединен с хирургическим инструментом 2110. Цепь 2102 цикла использования содержит процессор 2104 и индикатор 2106 использования. Индикатор 2106 использования выполнен с возможностью подачи сигнала на процессор 2104 для указания использования батарейного блока 2100 и/или хирургического инструмента 2110, соединенного с узлом 2100 питания. Термин «использование» может предусматривать любое подходящее действие, состояние и/или параметр, такой как, например, смена модульного компонента хирургического инструмента 2110, приведение в рабочее состояние или пуск одноразового компонента, соединенного с хирургическим инструментом 2110, подача электрохирургической энергии от хирургического инструмента 2110, восстановление хирургического инструмента 2110 и/или узла 2100 питания, замена узла 2100 питания, перезарядка узла 2100 питания и/или превышение предела безопасности хирургического инструмента 2110 и/или батарейного блока 2100.

В некоторых примерах цикл использования, или использование, определяется одним или более параметрами узла 2100 питания. Например, в одном примере цикл использования предусматривает использование более 5% от общей энергии, доступной от узла 2100 питания, когда узел 2100 питания полностью заряжен. В другом примере цикл использования предусматривает постоянное потребление энергии от узла 2100 питания с превышением заданного ограничения по времени. Например, цикл использования может соответствовать пяти минутам постоянного и/или общего потребления энергии от узла 2100 питания. В некоторых примерах узел 2100 питания содержит цепь 2102 цикла использования с постоянным энергопотреблением для поддержания одного или более компонентов цепи 2102 цикла использования, таких

как, например, индикатор 2106 использования и/или счетчик 2108, в активном состоянии.

Процессор 2104 осуществляет подсчет циклов использования. Подсчет циклов использования указывает количество использований, определенных индикатором 2106 использования, узла 2100 питания и/или хирургического инструмента 2110. Процессор 2104 может увеличивать и/или уменьшать количество циклов использования на основании входных данных от индикатора 2106 использования. Подсчет циклов использования применяется для управления одной или более операциями узла 2100 питания и/или хирургического инструмента 2110. Например, в некоторых примерах узел 2100 питания отключается, когда количество циклов использования превышает заданный предел использований. Хотя примеры, описанные в настоящем документе, приводятся в отношении увеличения количества циклов использования свыше заданного предела использований, специалистам в данной области техники будет понятно, что количество циклов использования может начинаться с заданной величины и уменьшаться процессором 2104. В этом примере процессор 2104 инициирует и/или предотвращает одну или более операций узла 2100 питания, когда количество циклов использования падает ниже заданного предела использований.

Подсчет циклов использования осуществляется счетчиком 2108. Счетчик 2108 содержит любую подходящую цепь, такую как, например, модуль памяти, аналоговый счетчик и/или любую цепь, выполненную с возможностью осуществления подсчета циклов использования. В некоторых примерах счетчик 2108 выполнен как единое целое с процессором 2104. В других примерах счетчик 2108 содержит отдельный компонент, такой как, например, твердотельный модуль памяти. В некоторых примерах количество циклов использования подается на удаленную систему, такую как, например, центральная база данных. Количество циклов использования передается модулем 2112 связи на удаленную систему. Модуль 2112 связи выполнен с возможностью использования любой подходящей среды связи, такой как, например, проводная и/или беспроводная связь. В некоторых примерах модуль 2112 связи выполнен с возможностью приема одной или более команд от удаленной системы, таких как, например, сигнал управления, когда количество циклов использования превышает заданный предел использований.

В некоторых примерах индикатор 2106 использования выполнен с возможностью контроля количества модульных компонентов, используемых с хирургическим инструментом 2110, соединенным с узлом 2100 питания. Модульный компонент может представлять собой, например, модульный стержень, модульный концевой эффектор и/или любой другой модульный компонент. В некоторых примерах индикатор 2106 использования контролирует использование одного или более одноразовых компонентов, такое как, например, вставка и/или приведение в действие кассеты со скобами в концевом эффекторе, соединенном с хирургическим инструментом 2110. Индикатор 2106 использования содержит один или более датчиков для определения замены одного или более модульных и/или одноразовых компонентов хирургического инструмента 2110.

В некоторых примерах индикатор 2106 использования выполнен с возможностью контроля хирургических процедур для одного пациента, выполняемых при установленном узле 2100 питания. Например, индикатор 2106 использования может быть выполнен с возможностью контроля операций пуска хирургического инструмента 2110, когда узел 2100 питания соединен с хирургическим инструментом 2110. Операция пуска может соответствовать приведению в действие кассеты со скобами, подаче электрохирургической энергии и/или любому другому подходящему хирургическому

событию. Индикатор 2106 использования может содержать одну или более цепей для измерения количества операций пуска, когда узел 2100 питания установлен. Индикатор 2106 использования подает сигнал на процессор 2104, когда выполняется процедура для одного пациента, а процессор 2104 увеличивает количество циклов использования.

5 В некоторых примерах индикатор 2106 использования содержит цепь, выполненную с возможностью контроля одного или более параметров источника 2114 питания, таких как, например, потребление тока источника 2114 питания. Один или более параметров источника 2114 питания соответствуют одной или более операциям, выполняемым хирургическим инструментом 2110, таким как, например, операция рассечения и
10 ушивания. Индикатор 2106 использования подает один или более параметров на процессор 2104, который увеличивает количество циклов использования, когда один или более параметров указывают, что процедура была выполнена.

В некоторых примерах индикатор 2106 использования содержит цепь синхронизации, выполненную с возможностью увеличения количества циклов использования после
15 истечения заданного периода времени. Заданный период времени соответствует времени процедуры для одного пациента, которое представляет собой время, необходимое оператору для выполнения процедуры, такой как, например, процедура рассечения и ушивания. Когда узел 2100 питания соединен с хирургическим инструментом 2110, процессор 2104 отправляет запрос на индикатор 2106 использования для определения
20 того, истекло ли время процедуры для одного пациента. После истечения заданного периода времени, процессор 2104 увеличивает количество циклов использования. После увеличения количества циклов использования, процессор 2104 сбрасывает цепь синхронизации индикатора 2106 использования.

В некоторых примерах индикатор 2106 использования содержит постоянную времени,
25 которая приблизительно соответствует времени процедуры для одного пациента. В одном примере цепь 2102 цикла использования содержит резистивно-емкостную (RC) цепь 2506 синхронизации. RC цепь синхронизации содержит постоянную времени, определенную парой резистор-конденсатор. Постоянная времени определена величинами резистора и конденсатора. В одном примере цепь 2552 цикла использования содержит
30 перезаряжаемую батарею и тактовый генератор. Когда узел 2100 питания установлен в хирургическом инструменте, перезаряжаемая батарея заряжается от источника питания. Перезаряжаемая батарея содержит достаточно энергии, чтобы запустить тактовый генератор, по меньшей мере на время процедуры для одного пациента. Тактовый генератор может представлять собой тактовый генератор реального времени,
35 процессор, выполненный с возможностью реализации временной функции, или любую другую подходящую цепь синхронизации.

Как показано на ФИГ. 22, в некоторых примерах индикатор 2106 использования содержит датчик, выполненный с возможностью контроля одного или более условий окружающей среды, воздействующих на узел 2100 питания. Например, индикатор 2106
40 использования может содержать акселерометр. Акселерометр выполнен с возможностью контроля ускорения узла 2100 питания. Узел 2100 питания имеет максимальное допустимое ускорение. Ускорение свыше заданного порогового значения указывает, например, что узел 2100 питания был сброшен. Когда индикатор 2106 использования обнаруживает, что ускорение превышает максимальное допустимое ускорение,
45 процессор 2104 увеличивает количество циклов использования. В некоторых примерах индикатор 2106 использования содержит датчик влажности. Датчик влажности выполнен с возможностью указания, когда узел 2100 питания был подвергнут воздействию влажности. Датчик влажности может представлять собой, например, погружной датчик,

выполненный с возможностью указаний того, когда узел 2100 питания был полностью погружен в чистящую жидкость, причем датчик влажности выполнен с возможностью указания того, когда влага находится в контакте с узлом 2100 питания во время использования, и/или любой другой подходящий датчик влажности.

5 В некоторых примерах индикатор 2106 использования содержит датчик химического воздействия. Датчик химического воздействия выполнен с возможностью указания того, когда узел 2100 питания вошел в контакт с вредными и/или опасными химическими веществами. Например, во время процедуры стерилизации может использоваться неподходящее химическое вещество, которое приводит к ухудшению свойств узла 2100
10 питания. Процессор 2104 увеличивает количество циклов использования, когда индикатор 2106 использования обнаруживает наличие неподходящего химического вещества.

В некоторых примерах цепь 2102 цикла использования выполнена с возможностью контроля количества циклов восстановления, которые проходил узел 2100 питания.
15 Цикл восстановления может представлять собой, например, цикл чистки, цикл стерилизации, цикл зарядки, плановое и/или профилактическое техобслуживание и/или любой другой подходящий цикл восстановления. Индикатор 2106 использования выполнен с возможностью обнаружения цикла восстановления. Например, индикатор 2106 использования может содержать датчик влажности для обнаружения цикла чистки
20 и/или стерилизации. В некоторых примерах цепь 2102 цикла использования контролирует количество циклов восстановления, которые проходит узел 2100 питания, и отключает узел 2100 питания после того, как количество циклов восстановления превышает заданное пороговое значение.

Цепь 2102 цикла использования может быть выполнена с возможностью контроля
25 количества замен узла 2100 питания. Цепь 2102 цикла использования увеличивает количество циклов использования при каждой замене узла 2100 питания. После превышения максимального количества замен, цепь 2102 цикла использования блокирует узел 2100 питания и/или хирургический инструмент 2110. В некоторых примерах, когда узел 2100 питания соединен с хирургическим инструментом 2110, цепь 2102 цикла
30 использования определяет серийный номер узла 2100 питания и блокирует узел 2100 питания таким образом, что узел 2100 питания можно использовать только с хирургическим инструментом 2110. В некоторых примерах цепь 2102 цикла использования увеличивает количество циклов использования при каждом отсоединении узла 2100 питания от хирургического инструмента 2110 и/или присоединении к нему.

35 В некоторых примерах количество циклов использования соответствует стерилизации узла 2100 питания. Индикатор 2106 использования содержит датчик, выполненный с возможностью определения одного или более параметров цикла стерилизации, таких как, например, температурный параметр, химический параметр, влажностный параметр и/или любой другой подходящий параметр. Процессор 2104 увеличивает количество
40 циклов использования при определении параметра стерилизации. Цепь 2102 цикла использования отключает узел 2100 питания после заданного количества стерилизаций. В некоторых примерах цепь 2102 цикла использования сбрасывается во время цикла стерилизации, или используется датчик напряжения для определения цикла перезарядки и/или любой подходящий датчик. Процессор 2104 увеличивает количество циклов
45 использования при определении цикла восстановления. Цепь 2102 цикла использования отключается при определении цикла стерилизации. Цепь 2102 цикла использования повторно активируется и/или сбрасывается, когда узел 2100 питания соединен с хирургическим инструментом 2110. В некоторых примерах индикатор использования

содержит индикатор нулевой мощности. Индикатор нулевой мощности меняет состояние во время цикла стерилизации и проверяется процессором 2104, когда узел 2100 питания соединен с хирургическим инструментом 2110. Когда индикатор нулевой мощности указывает, что произошел цикл стерилизации, процессор 2104 увеличивает количество циклов использования.

Счетчик 2108 осуществляет подсчет циклов использования. В некоторых примерах счетчик 2108 содержит энергонезависимый модуль памяти. Процессор 2104 увеличивает количество циклов использования, хранящееся в энергонезависимом модуле памяти, при каждом определении цикла использования. К модулю памяти может обращаться процессор 2104 и/или цепь управления, такую как, например, цепь 2000 управления. Когда количество циклов использования превышает заданное пороговое значение, процессор 2104 отключает узел 2100 питания. В некоторых примерах подсчет циклов использования осуществляется множеством компонентов цепи. Например, в одном примере счетчик 2108 содержит блок резисторов (или плавких предохранителей). После каждого использования узла 2100 питания, резистор (или плавкий предохранитель) сгорает с переходом в разомкнутое положение, в результате чего сопротивление блока резисторов меняется. Узел 2100 питания и/или хирургический инструмент 2110 характеризуется оставшимся сопротивлением. После сгорания последнего резистора из блока резисторов, блок резисторов имеет заданное сопротивление, такое как, например, конечное сопротивление, соответствующее разомкнутой цепи, которое указывает, что узел 2100 питания достиг предела использований. В некоторых примерах сопротивление блока резисторов используется для определения количества оставшихся использований.

В некоторых примерах цепь 2102 цикла использования предотвращает последующее использование узла 2100 питания и/или хирургического инструмента 2110, когда количество циклов использования превышает заданный предел использований. В одном примере количество циклов использования, связанное с узлом 2100 питания, предоставляется оператору, например, с использованием экрана, выполненного как одно целое с хирургическим инструментом 2110. Хирургический инструмент 2110 предоставляет оператору указание о том, что количество циклов использования превысило заданный предел для узла 2100 питания, и дальнейшая работа хирургическим инструментом 2110 предотвращается.

В некоторых примерах цепь 2102 цикла использования выполнена с возможностью физического предотвращения работы после достижения заданного предела использований. Например, узел 2100 питания может содержать предохранительный элемент, выполненный с возможностью разворачивания поверх контактов узла 2100 питания, когда количество циклов использования превышает заданный предел использований. Предохранительный элемент предотвращает перезарядку и использование узла 2100 питания за счет закрывания электрических соединений узла 2100 питания.

В некоторых примерах цепь 2102 цикла использования расположена по меньшей мере частично в хирургическом инструменте 2110 и выполнена с возможностью подсчета циклов использования хирургического инструмента 2110. На ФИГ. 22 изображен один или более компонентов цепи 2102 цикла использования в хирургическом инструменте 2110 пунктирными линиями, с изображением альтернативного размещения цепи 2102 цикла использования. После превышения заданного предела использований хирургического инструмента 2110, цепь 2102 цикла использования отключает и/или предотвращает работу хирургического инструмента 2110. Количество циклов

использования увеличивается цепью 2102 цикла использования, когда индикатор 2106 использования определяет наличие характерного события и/или требования, такого как, например, спуск хирургического инструмента 2110, истечение заданного периода времени, соответствующего времени процедуры для одного пациента, на основании
 5 одного или более параметров двигателя хирургического инструмента 2110, в ответ на диагностическую информацию системы, которая указывает достижение одного или более заданных пороговых значений, и/или любое другой подходящее требование. Как описано выше, в некоторых примерах индикатор 2106 использования содержит цепь синхронизации, соответствующую времени процедуры для одного пациента. В других
 10 примерах индикатор 2106 использования содержит один или более датчиков, выполненных с возможностью определения наличия характерного события и/или состояния хирургического инструмента 2110.

В некоторых примерах цепь 2102 цикла использования выполнена с возможностью предотвращения работы хирургического инструмента 2110 после достижения заданного
 15 предела использований. В некоторых примерах хирургический инструмент 2110 содержит видимый индикатор, указывающий достижение и/или превышение заданного предела использований. Например, флажковый указатель, такой как красный флажковый указатель, может появляться на хирургическом инструменте 2110, например, на рукоятке, для предоставления визуального указания оператору о превышении
 20 хирургическим инструментом 2110 заданного предела использований. В другом примере цепь 2102 цикла использования может быть соединена с дисплеем, выполненным как единое целое с хирургическим инструментом 2110. Цепь 2102 цикла использования отображает сообщение, указывающее превышение заданного предела использований. Хирургический инструмент 2110 может предоставлять звуковое указание оператору о
 25 превышении заданного предела использований. Например, в одном примере хирургический инструмент 2110 выдает слышимый звуковой сигнал при превышении заданного предела использований, после чего узел 2100 питания отсоединяется от хирургического инструмента 2110. Слышимый звуковой сигнал указывает последнее использование хирургического инструмента 2110 и указывает, что хирургический
 30 инструмент 2110 следует подвергнуть утилизации или восстановлению.

В некоторых примерах цепь 2102 цикла использования выполнена с возможностью передачи количества циклов использования хирургического инструмента 2110 в удаленный пункт, такой как, например, центральная база данных. Цепь 2102 цикла
 35 использования содержит модуль 2112 связи, выполненный с возможностью передачи количества циклов использования в удаленный пункт. Модуль 2112 связи может использовать любую подходящую систему связи, такую как, например, система проводной или беспроводной связи. Удаленный пункт может представлять собой центральную базу данных, выполненную с возможностью хранения информации об использовании. В некоторых примерах, когда узел 2100 питания соединен с
 40 хирургическим инструментом 2110, узел 2100 питания записывает серийный номер хирургического инструмента 2110. Серийный номер передается в центральную базу данных, например, когда узел 2100 питания соединен с зарядным устройством. В некоторых примерах центральная база данных хранит число, соответствующее каждому использованию хирургического инструмента 2110. Например, может осуществляться
 45 сканирование штрихового кода, связанного с хирургическим инструментом 2110, при каждом использовании хирургического инструмента 2110. Когда количество использований превышает заданный предел использований, центральная база данных подает сигнал на хирургический инструмент 2110, который указывает, что хирургический

инструмент 2110 необходимо выбросить.

Хирургический инструмент 2110 может быть выполнен с возможностью блокирования и/или предотвращения работы хирургического инструмента 2110, когда количество циклов использования превышает заданный предел использований. В некоторых примерах хирургический инструмент 2110 представляет собой одноразовый инструмент и выбрасывается после того, как количество циклов использования превышает заданный предел использований. В других примерах хирургический инструмент 2110 представляет собой многоразовый хирургический инструмент, который может быть восстановлен после того, как количество циклов использования превышает заданный предел использований. Хирургический инструмент 2110 инициирует обратимую блокировку после достижения заданного предела использований. Технический специалист восстанавливает хирургический инструмент 2110 и сбрасывает блокировку, например, с использованием специализированного ключа технического специалиста, выполненного с возможностью сброса цепи 2102 цикла использования.

В некоторых аспектах сегментированная цепь 2000 выполнена с возможностью последовательного запуска. Проверка ошибок выполняется каждым сегментом 2002a-2002g цепи перед подачей питания на следующий последовательный сегмент 2002a-2002g цепи. На ФИГ. 23 изображен один пример процесса последовательной подачи питания на сегментированную цепь 2270, такую как, например, сегментированная цепь 2000. Когда батарея 2008 соединена с сегментированной цепью 2000, процессор 2004 обеспечения безопасности приводится в действие 2272. Процессор 2004 обеспечения безопасности выполняет самопроверку ошибок 2274. Если ошибка обнаружена 2276a, процессор обеспечения безопасности прекращает подавать питание на сегментированную цепь 2000 и генерирует код ошибки 2278a. Если ошибки не обнаружены 2276b, процессор 2004 обеспечения безопасности инициирует 2278b включение главного процессора 2006. Главный процессор 2006 выполняет самопроверку ошибок. Если ошибки не обнаружены, главный процессор 2006 начинает последовательное включение каждого из оставшихся сегментов 2278b цепи. На каждый сегмент цепи подается питание, а ошибки проверяются главным процессором 2006. Если ошибки не обнаружены, питание подается на следующий сегмент цепи 2278b. Если ошибка обнаружена, процессор 2004 обеспечения безопасности и/или главный процессор прекращает подавать питание на текущий сегмент и генерирует ошибку 2278a. Последовательное приведение в действие продолжается до тех пор, пока питание не будет подано на все сегменты 2002a-2002g цепи.

На ФИГ. 24 изображен один аспект сегмента 2302 питания, содержащего множество последовательно подключенных преобразователей 2314, 2316, 2318 мощности. Сегмент 2302 питания содержит батарею 2308. Батарея 2308 выполнен с возможностью подачи напряжения питания, такого как, например, 12 В. Датчик 2312 тока соединен с батареей 2308 для контроля потребления тока сегментированной цепи и/или одного или более сегментов цепи. Датчик 2312 тока соединен с переключателем на FET 2313. Батарея 2308 соединена с одним или более преобразователями 2309, 2314, 2316 напряжения. Постоянно включенный преобразователь 2309 подает постоянное напряжение на один или более компонентов цепи, таких как, например, датчик 2322 движения. Постоянно включенный преобразователь 2309 представляет собой, например, преобразователь на 3,3 В. Постоянно включенный преобразователь 2309 может подавать постоянное напряжение на дополнительные компоненты цепи, такие как, например, процессор обеспечения безопасности (не показан). Батарея 2308 соединена с повышающим преобразователем 2318. Повышающий преобразователь 2318 выполнен с возможностью

подачи повышенного напряжения, превышающего напряжение, которое подается от батареи 2308. Например, в изображенном примере батарея 2308 подает напряжение 12 В. Повышающий преобразователь 2318 выполнен с возможностью повышения напряжения до 13 В. Повышающий преобразователь 2318 выполнен с возможностью поддержания минимального напряжения во время работы хирургического инструмента, например, хирургического инструмента 10 (ФИГ. 1-4). Работа двигателя может приводить к падению питания, подаваемого на главный процессор 2306, ниже минимального порогового значения и понижению напряжения или сбросу главного процессора 2306. Повышающий преобразователь 2318 гарантирует подачу достаточного питания на главный процессор 2306 и/или другие компоненты цепи, такие как контроллер 2343 двигателя, во время работы хирургического инструмента 10. В некоторых примерах повышающий преобразователь 2318 соединен непосредственно с одним или более компонентами цепи, такими как, например, дисплей на OLED 2388.

Повышающий преобразователь 2318 соединен с одним или более понижающими преобразователями для подачи напряжений ниже уровня повышенного напряжения. Первый преобразователь 2316 напряжения соединен с повышающим преобразователем 2318 и подает первое пониженное напряжение на один или более компонентов цепи. В изображенном примере первый преобразователь 2316 напряжения подает напряжение 5 В. Первый преобразователь 2316 напряжения соединен с кодовым датчиком 2340 углового положения. Переключатель на FET 2317 подключен между первым преобразователем 2316 напряжения и кодовым датчиком 2340 углового положения. Переключатель на FET 2317 управляется процессором 2306. Процессор 2306 размыкает переключатель на FET 2317 для деактивации кодового датчика 2340 положения, например, во время энергоемких операций. Первый преобразователь 2316 напряжения соединен со вторым преобразователем 2314 напряжения, выполненным с возможностью подачи второго пониженного напряжения. Второе пониженное напряжение составляет, например, 3,3 В. Второй преобразователь 2314 напряжения соединен с процессором 2306. В некоторых примерах повышающий преобразователь 2318, первый преобразователь 2316 напряжения и второй преобразователь 2314 напряжения подключены последовательно. Последовательное подключение позволяет использовать более компактные и эффективные преобразователи для генерирования уровней напряжения ниже уровня повышенного напряжения. Однако примеры не ограничены конкретным диапазоном (диапазонами) напряжения, описанными в контексте настоящего изобретения.

На ФИГ. 25 изображен один аспект сегментированной цепи 2400, выполненной с возможностью максимального увеличения подачи питания для критических и/или энергоемких функций. Сегментированная цепь 2400 содержит батарею 2408. Батарея 2408 выполнена с возможностью подачи напряжения питания, такого как, например, 12 В. Напряжение питания подается на множество преобразователей 2409, 2418 напряжения. Постоянно включенный преобразователь 2409 напряжения подает постоянное напряжение на один или более компонентов цепи, например, датчик 2422 движения и процессор 2404 обеспечения безопасности. Постоянно включенный преобразователь 2409 напряжения непосредственно соединен с батареей 2408. Постоянно включенный преобразователь 2409 подает напряжение, например, 3,3 В. Однако примеры не ограничены конкретным диапазоном (диапазонами) напряжения, описанными в контексте настоящего изобретения.

Сегментированная цепь 2400 содержит повышающий преобразователь 2418. Повышающий преобразователь 2418 подает повышенное напряжение, превышающее

напряжение питания, подаваемое от батареи 2408, такое как, например, 13 В.

Повышающий преобразователь 2418 подает повышенное напряжение непосредственно на один или более компонентов цепи, таких как, например, дисплей на OLED 2488 и контроллер 2443 двигателя. За счет подключения дисплея на OLED 2488 непосредственно к повышающему преобразователю 2418, в сегментированной цепи 2400 устраняется необходимость в преобразователе мощности, выделенном для дисплея на OLED 2488. Повышающий преобразователь 2418 подает повышенное напряжение на контроллер 2443 двигателя и двигатель 2448 во время одной или более энергоемких операций двигателя 2448, таких как, например, операция рассечения. Повышающий преобразователь 2418 соединен с понижающим преобразователем 2416. Понижающий преобразователь 2416 выполнен с возможностью подачи напряжения, которое ниже повышенного напряжения, на один или более компонентов цепи, такого как, например, 5 В. Понижающий преобразователь 2416 соединен с, например, переключателем на FET 2451 и кодовым датчиком 2440 положения. Переключатель на FET 2451 соединен с главным процессором 2406. Главный процессор 2406 размыкает переключатель на FET 2451 при переводе сегментированной цепи 2400 в спящий режим и/или во время энергоемких операций, требующих подачи дополнительного напряжения на двигатель 2448. В результате размыкания переключателя на FET 2451 происходит деактивация кодового датчика 2440 положения и устраняется потребление мощности кодового датчика 2440 положения. Однако примеры не ограничены конкретным диапазоном (диапазонами) напряжения, описанными в контексте настоящего изобретения.

Понижающий преобразователь 2416 соединен с линейным преобразователем 2414. Линейный преобразователь 2414 выполнен с возможностью подачи напряжения, например, 3,3 В. Линейный преобразователь 2414 соединен с главным процессором 2406. Линейный преобразователь 2414 подает рабочее напряжение на главный процессор 2406. Линейный преобразователь 2414 может быть соединен с одним или более дополнительными компонентами цепи. Однако примеры не ограничены конкретным диапазоном (диапазонами) напряжения, описанными в контексте настоящего изобретения.

Сегментированная цепь 2400 содержит аварийный переключатель 2456. Аварийный переключатель 2456 соединен с аварийной дверцей на хирургическом инструменте 10. Аварийный переключатель 2456 и процессор 2404 обеспечения безопасности соединены с элементом И 2419. Элемент И 2419 обеспечивает входное воздействие на переключатель на FET 2413. Когда аварийный переключатель 2456 обнаруживает аварийное состояние, аварийный переключатель 2456 подает сигнал аварийного отключения на элемент И 2419. Когда процессор 2404 обеспечения безопасности обнаруживает небезопасное состояние, такое как, например, вызванное несоответствием величин от датчиков, процессор 2404 обеспечения безопасности подает сигнал отключения на элемент И 2419. В некоторых примерах как сигнал аварийного отключения, так и сигнал отключения являются высокими во время нормальной работы и низкими при обнаружении аварийного состояния или небезопасного состояния. Когда выходной сигнал от элемента И 2419 является низким, переключатель на FET 2413 размыкается, и работа двигателя 2448 предотвращается. В некоторых примерах процессор 2404 обеспечения безопасности использует сигнал отключения для перевода двигателя 2448 в выключенное состояние в спящем режиме. Третий выходной сигнал на переключатель на FET 2413 подается от датчика 2412 тока, соединенного с батареей 2408. Датчик 2412 тока контролирует потребление тока цепью 2400 и размыкает переключатель на FET 2413 для прекращения подачи питания на двигатель 2448, когда

обнаруживается, что электрический ток превышает заданное пороговое значение. Переключатель на FET 2413 и контроллер 2443 двигателя соединены с блоком переключателей на FET 2445, выполненным с возможностью управления работой двигателя 2448.

- 5 Датчик 2446 тока двигателя последовательно соединен с двигателем 2448 для подачи величины от датчика тока двигателя на устройство 2447 контроля тока. Устройство 2447 контроля тока соединено с главным процессором 2406. Устройство 2447 контроля тока подает сигнал, указывающий потребление тока двигателя 2448. Главный процессор 2406 может использовать сигнал от устройства контроля 2447 тока двигателя для
- 10 управления работой двигателя, например, для обеспечения того, что потребление тока двигателя 2448 находится в пределах допустимого диапазона, для сравнения потребления тока двигателя 2448 с одним или более другими параметрами цепи 2400, такими как, например, кодовый датчик 2440 положения, и/или определения одного или более параметров области лечения. В некоторых примерах устройство 2447 контроля тока
- 15 может быть соединено с процессором 2404 обеспечения безопасности.

- В некоторых аспектах активация одного или более средств управления рукояткой, таких как, например, пусковой крючок, приводит к снижению подачи питания главным процессором 2406 на один или более компонентов, когда средство управления рукояткой активировано. Например, в одном примере пусковой крючок управляет пусковым
- 20 ходом разрезающего элемента. Разрезающий элемент приводится в действие двигателем 2448. Активация пускового крючка приводит к срабатыванию двигателя 2448 и продвижению разрезающего элемента. Во время пуска главный процессор 2406 размыкает переключатель на FET 2451 для прекращения подачи питания на кодовый датчик 2440 положения. Деактивация одного или более компонентов цепи позволяет
- 25 подать больше питания на двигатель 2448. Когда пусковой крючок высвобожден, вся энергия возвращается на деактивированные компоненты, например, путем замыкания переключателя на FET 2451 и повторной активации кодового датчика 2440 положения.

- В некоторых аспектах процессор 2404 обеспечения безопасности управляет работой сегментированной цепи 2400. Например, процессор 2404 обеспечения безопасности
- 30 может инициировать последовательное включение сегментированной цепи 2400, перевод сегментированной цепи 2400 в спящий режим и из него и/или может игнорировать один или более сигналов управления от главного процессора 2406. Например, в изображенном примере процессор 2404 обеспечения безопасности соединен с понижающим преобразователем 2416. Процессор 2404 обеспечения безопасности управляет работой
- 35 сегментированной цепи 2400 путем активации или деактивации понижающего преобразователя 2416 для подачи питания на оставшиеся сегменты сегментированной цепи 2400.

- На ФИГ. 26 изображен один аспект системы 2500 питания, содержащей множество последовательно подключенных преобразователей 2514, 2516, 2518 мощности,
- 40 выполненных с возможностью последовательного питания. Множество последовательно подключенных преобразователей 2514, 2516, 2518 мощности могут быть последовательно активированы, например, процессором обеспечения безопасности во время первоначального включения и/или перевода из спящего режима. На процессор обеспечения безопасности питание может подаваться независимым преобразователем
- 45 мощности (не показан). Например, в одном примере, когда напряжение батареи VBATT связано с системой 2500 питания и/или акселерометр обнаруживает движение в спящем режиме, процессор обеспечения безопасности инициирует последовательный запуск последовательно подключенных преобразователей 2514, 2516, 2518 мощности.

Процессор обеспечения безопасности активирует повышающий участок 2518 на 13 В. На повышающий участок 2518 подается питание и он выполняет самопроверку. В некоторых примерах повышающий участок 2518 содержит интегральную схему 2520, выполненную с возможностью повышения напряжения питания и выполнения самопроверки. Диод D предотвращает включение участка 2516 подачи питания на 5 В до тех пор, пока повышающий участок 2518 не завершит самопроверку и не подаст сигнал на диод D, указывающий, что повышающий участок 2518 не нашел ошибок. В некоторых примерах этот сигнал подается процессором обеспечения безопасности. Однако примеры не ограничены конкретным диапазоном (диапазонами) напряжения, описанными в контексте настоящего изобретения.

Участок 2516 подачи питания на 5 В последовательно приводится в действие после повышающего участка 2518. Участок 2516 подачи питания на 5 В выполняет самопроверку во время включения для определения наличия ошибок в участке 2516 подачи питания на 5 В. Участок 2516 подачи питания на 5 В содержит интегральную схему 2515, выполненную с возможностью подачи пониженного напряжения относительно повышенного напряжения и выполнения проверки ошибок. Если ошибки не обнаружены, участок 2516 подачи питания на 5 В осуществляет последовательное включение и подает сигнал активации на участок 2514 подачи питания на 3,3 В. В некоторых примерах процессор обеспечения безопасности подает сигнал активации на участок 2514 подачи питания на 3,3 В. Участок подачи питания на 3,3 В содержит интегральную схему 2513, выполненную с возможностью подачи понижающего напряжения от участка 2516 подачи питания на 5 В и выполнения самопроверки ошибок во время включения. Если во время самопроверки ошибки не обнаружены, участок 2514 подачи питания на 3,3 В подает питание на главный процессор. Главный процессор выполнен с возможностью последовательной подачи питания на каждый из оставшихся сегментов цепи. Путем последовательной подачи питания на систему 2500 питания и/или оставшиеся сегменты сегментированной цепи, система питания 2500 снижает вероятность возникновения ошибок, обеспечивает стабилизацию уровней напряжения перед приложением нагрузок и предотвращает значительное потребление тока от всех аппаратных компонентов, включаемых одновременно неуправляемым образом. Однако примеры не ограничены конкретным диапазоном (диапазонами) напряжения, описанными в контексте настоящего изобретения.

В одном аспекте система 2500 питания содержит цепь определения и снижения перенапряжения. Цепь определения и снижения перенапряжения выполнена с возможностью обнаружения однополярного обратного тока в хирургическом инструменте и прекращения подачи питания от сегмента питания, когда однополярный обратный ток обнаружен. Цепь определения и снижения перенапряжения выполнена с возможностью определения плавающего заземления системы питания. Цепь определения и снижения перенапряжения содержит металлооксидный варистор. Цепь определения и снижения перенапряжения содержит по меньшей мере один защитный диод.

На ФИГ. 27 изображен один аспект сегментированной цепи 2600, содержащей изолированный участок 2602 управления. Изолированный участок 2602 управления изолирует аппаратные средства управления сегментированной цепи 2600 от участка питания (не показан) сегментированной цепи 2600. Участок 2602 управления содержит, например, главный процессор 2606, процессор обеспечения безопасности (не показан) и/или дополнительные аппаратные средства управления, например, переключатель на FET 2617. Участок управления содержит, например, двигатель, драйвер двигателя и/

или множество MOSFET двигателя. Изолированный участок 2602 управления содержит цепь 2603 зарядки и перезаряжаемую батарею 2608, соединенную с преобразователем 2616 мощности на 5 В. Цепь 2603 зарядки и перезаряжаемая батарея 2608 изолируют главный процессор 2606 от участка питания. В некоторых примерах перезаряжаемая батарея 2608 соединена с процессором обеспечения безопасности и любым дополнительным вспомогательным аппаратным средством. За счет изоляции участка 2602 управления от участка питания, участок 2602 управления, например, главный процессор 2606, может оставаться активным даже когда подача основного питания прекращена, предоставляется фильтр, посредством перезаряжаемой батареи 2608, для предохранения участка 2602 управления от шума, обеспечивается изоляция участка 2602 управления от больших перепадов напряжения батареи для обеспечения правильной работы даже при высоких нагрузках на двигатель и/или допускается возможность использования операционной системы реального времени (RTOS) сегментированной цепью 2600. В некоторых примерах перезаряжаемая батарея 2608 подает пониженное напряжение на главный процессор, такое как, например, 3,3 В. Однако примеры не ограничены конкретным диапазоном (диапазонами) напряжения, описанными в контексте настоящего изобретения.

На ФИГ. 28А и 28В изображен другой аспект цепи 3000 управления, выполненный с возможностью управления хирургическим инструментом 10 с электроприводом, изображенным на ФИГ. 1-18А. Как показано на ФИГ. 18А, 28В, узел 14 рукоятки может содержать двигатель 3014, который может управляться драйвером 3015 двигателя и может использоваться пусковой системой хирургического инструмента 10. В различных формах двигатель 3014 может представлять собой приводной щеточный двигатель постоянного тока с максимальной скоростью вращения, например, приблизительно 25 000 оборотов в минуту. В других конструкциях двигатель 3014 может представлять собой бесщеточный двигатель, беспроводной двигатель, синхронный двигатель, шаговый двигатель или любой другой подходящий электрический двигатель. В некоторых обстоятельствах драйвер 3015 двигателя может содержать, например, несколько FET 3019 с мостовым управлением, как изображено на ФИГ. 28В. Питание на двигатель 3014 может подаваться от узла 3006 питания, который может быть установлен с возможностью отсоединения на узле 14 рукоятки. Узел 3006 питания выполнен с возможностью подачи управляющего питания на хирургический инструмент 10. Узел 3006 питания может содержать батарею, которая может содержать некоторое количество элементов батареи, соединенных последовательно, которые могут использоваться в качестве источника питания для питания хирургического инструмента 10. В такой конфигурации узел 3006 питания может называться батарейный блоком. В некоторых обстоятельствах элементы батареи узла 3006 питания могут быть заменяемыми и/или перезаряжаемыми. В по меньшей мере одном примере элементы батареи могут представлять собой литий-ионные батареи, которые могут быть по отдельности подключены к узлу 3006 питания.

Примеры приводных систем и закрывающих систем, подходящих для использования с хирургическим инструментом 10, описаны в предварительной заявке на патент США № 61/782,866, озаглавленной CONTROL SYSTEM OF A SURGICAL INSTRUMENT и поданной 14 марта 2013 г., содержание которой полностью включено в настоящий документ посредством ссылки. Например, электрический двигатель 3014 может содержать вращающийся вал (не показан), функционально стыкующийся с узлом зубчатого редуктора, который монтируется так, что находится в зубчатом зацеплении с набором или рейкой приводных зубцов на выполненном с возможностью продольного

перемещения приводном элементе. При использовании полярность напряжения, обеспечиваемая батареей, может заставлять электрический двигатель 3014 активировать выполненный с возможностью продольного перемещения приводной элемент для приведения в действие концевой эффектора 300. Например, двигатель 3014 может быть выполнен с возможностью приведения в действие выполненного с возможностью продольного перемещения приводного элемента, например, для продвижения пускового механизма для выпуска скоб в ткань, захваченную концевым эффектором 300, из кассеты со скобами, собранной с концевым эффектором 300, и/или продвигать разрезающий элемент для разрезания ткани, захваченной концевым эффектором 300.

Как изображено на ФИГ. 28А и 28В и как описано подробнее ниже, узел 3006 питания может содержать контроллер 3016 управления питанием, который может быть выполнен с возможностью модуляции выходной мощности узла 3006 питания, например, для подачи первой выходной мощности на двигатель 3014 для продвижения разрезающего элемента, когда сменный узел 200 ствола соединен с узлом 14 рукоятки, и подачи второй выходной мощности для питания двигателя 3014 для продвижения разрезающего элемента, когда сменный узел 200 ствола соединен с узлом 14 рукоятки. Такая модуляция может быть преимущественной при предотвращении передачи избыточной энергии на двигатель 3014, превышающей требования сменного узла ствола, который соединен с узлом 14 рукоятки.

Узел 200 ствола может содержать РСВА 3031 стержня, который содержит контроллер 3022 узла ствола, который может связываться с контроллером 3016 управления питанием через интерфейс (например, интерфейс 3024 на ФИГ. 29), когда узел 200 ствола и узел 3006 питания соединены с узлом 14 рукоятки. Например, интерфейс может содержать первую часть 3025 интерфейса, которая может содержать один или более электрических соединителей для соединительного зацепления с соответствующими электрическими соединителями узла ствола, и вторую часть 3027 интерфейса, которая может содержать один или более электрических соединителей для соединительного зацепления с соответствующими электрическими соединителями узла питания для обеспечения электрической связи между контроллером 3022 узла ствола и контроллером 3016 управления питанием, когда узел 200 ствола и узел 3006 питания соединены с узлом 14 рукоятки. Один или более сигналов связи могут быть переданы через интерфейс для сообщения одного или более требований к питанию прикрепленного сменного узла 200 ствола контроллеру 3016 управления питанием. В ответ, контроллер 3016 управления питанием может модулировать выходную мощность батареи узла 3006 питания, как описано подробнее ниже, в соответствии с требованиями к питанию прикрепленного узла 200 ствола. В некоторых обстоятельствах, один или более электрических соединителей могут содержать переключатели, которые могут быть активированы после механического соединительного зацепления узла 14 рукоятки с узлом 200 ствола и/или узлом 3006 питания для обеспечения электрической связи между контроллером 3022 узла ствола и контроллером 3016 управления питанием.

В некоторых обстоятельствах интерфейс может способствовать передаче одного или более сигналов связи между контроллером 3016 управления питанием и контроллером 3022 узла ствола, например, за счет обеспечения маршрутизации таких сигналов связи через основной контроллер 3017, находящийся в узле 14 рукоятки. В других обстоятельствах интерфейс может обеспечивать непосредственную линию связи между контроллером 3016 управления питанием и контроллером 3022 узла ствола через узел 14 рукоятки, когда узел 200 ствола и узел 3006 питания соединены с узлом 14 рукоятки.

В одном примере основной микроконтроллер 3017 может представлять собой любой одноядерный или многоядерный процессор, такой как известный под торговым названием ARM Cortex от Texas Instruments. В одном примере хирургический инструмент 10 (ФИГ. 1-4) может содержать контроллер 3016 управления питанием, такой как, например, микроконтроллерная платформа обеспечения безопасности, содержащая два семейства микроконтроллеров, таких как TMS570 и RM4x, известные под торговым названием Hercules ARM Cortex R4, также от Texas Instruments. Тем не менее, могут использоваться другие подходящие эквиваленты микроконтроллеров и процессоров обеспечения безопасности, без ограничения. В одном примере процессор 2004 обеспечения безопасности (ФИГ. 21A) может быть специально разработан под приложения с особыми требованиями по безопасности IEC 61508 и ISO 26262, среди прочего, для обеспечения усовершенствованных интегрированных функций обеспечения безопасности, при этом обеспечивая настраиваемые технические характеристики, возможность подключения и хранения данных.

В некоторых примерах микроконтроллер 3017 может представлять собой, например, LM 4F230H5QR производства компании Texas Instruments. В по меньшей мере одном примере Texas Instruments LM4F230H5QR представляет собой процессорное ядро ARM Cortex-M4F, содержащее одноктактную флеш-память на кристалле объемом 256 Кб или другую энергонезависимую память с частотой максимум 40 МГц, буфер предвыборки для повышения производительности выше 40 МГц, одноктактную последовательную память с произвольным доступом (SRAM) объемом 32 Кб, внутреннее постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) с загруженным программным обеспечением StellarisWare®, электрически стираемую программируемую постоянную память (ЭСППЗУ) объемом 2 Кб, один или более модулей широтно-импульсной модуляции (ШИМ), один или более аналогов импульсных датчиков положения (QE1), один или более 12-битных аналогово-цифровых преобразователей (АЦП) с 12 аналоговыми входными каналами, помимо других элементов, информацию о которых можно получить из паспорта изделия. Настоящее описание не должно быть ограничено в этом контексте.

Узел 3006 питания может содержать цепь управления питанием, которая может содержать контроллер 3016 управления питанием, модулятор 3038 мощности и цепь 3036 измерения тока. Цепь управления питанием может быть выполнена с возможностью модуляции выходной мощности батареи на основании требований к питанию узла 200 ствола, когда узел 200 ствола и узел 3006 питания соединены с узлом 14 рукоятки. Например, контроллер 3016 управления питанием может быть запрограммирован на управление модулятором 3038 выходной мощности узла 3006 питания, и цепь 3036 измерения тока может использоваться для контроля выходной мощности узла 3006 питания для обеспечения обратной связи с контроллером 3016 управления питанием в отношении выходной мощности батареи, вследствие чего контроллер 3016 управления питанием может регулировать выходную мощность узла 3006 питания для поддержания необходимого выходного значения.

Следует отметить, что каждый из контроллера 3016 управления питанием и/или контроллера 3022 узла ствола может содержать один или более процессоров и/или блоков памяти, в которых может храниться некоторое количество модулей программного обеспечения. Хотя некоторые модули и/или блоки хирургического инструмента 10 могут быть описаны в качестве примера, понятно, что может быть использовано большее или меньшее количество модулей и/или блоков. Кроме того, хотя различные примеры могут быть описаны в терминах модулей и/или блоков, чтобы облегчить описание, такие модули и/или блоки могут быть реализованы с помощью

одного или большего количества компонентов аппаратных средств, например процессоров, цифровых сигнальных процессоров (ЦСП), программируемых логических устройств (ПЛУ), специализированных интегральных схем (СИС), схем, регистров и (или) компонентов программного обеспечения, например программ, подпрограмм, логических блоков и (или) комбинаций аппаратных компонентов и компонентов программного обеспечения.

В некоторых примерах хирургический инструмент 10 может содержать устройство 3042 вывода, которое может содержать одно или более устройств для предоставления сенсорной обратной связи для пользователя. Такие устройства могут содержать, например, визуальные устройства обратной связи (например, ЖК-дисплей, светодиодные индикаторы), звуковые устройства обратной связи (например, громкоговоритель, зуммер) или тактильные устройства обратной связи (например, тактильные приводы). В некоторых обстоятельствах устройство 3042 вывода может содержать дисплей 3043, который может быть включен в узел 14 рукоятки. Контроллер 3022 узла ствола и/или контроллер 3016 управления питанием могут обеспечивать обратную связь пользователю хирургического инструмента 10 через устройство 3042 вывода. Интерфейс (например, интерфейс 3024 по ФИГ. 29) может быть выполнен с возможностью соединения контроллера 3022 узла ствола и/или контроллера 3016 управления питанием с устройством 3042 вывода. Читателю будет понятно, что устройство 3042 вывода может, вместо этого, быть встроено в узел 3006 питания. В таких обстоятельствах связь между устройством 3042 вывода и контроллером 3022 узла ствола может быть реализована посредством интерфейса, когда узел 200 ствола соединен с узлом 14 рукоятки.

На ФИГ. 29 представлена блок-схема хирургического инструмента, показанного на ФИГ. 1, на которой изображены интерфейсы (совместно обозначенные 3024) между узлом 14 рукоятки и узлом 3006 питания, а также между узлом 14 рукоятки и сменным узлом 200 ствола. Как показано на ФИГ. 29, узел 3006 питания может содержать цепь 3034 управления питанием, которая может содержать контроллер 3016 управления питанием, модулятор 3038 мощности, цепь 3036 измерения тока и соединитель 3032 узла питания. Цепь 3034 управления питанием может быть выполнена с возможностью модуляции выходной мощности батареи 3007 на основании требований к питанию узла 200 ствола, когда узел 200 ствола и узел 3006 питания соединены с узлом 14 рукоятки. Например, контроллер 3016 управления питанием может быть запрограммирован на управление модулятором 3038 выходной мощности узла 3006 питания, и цепь 3036 измерения тока может использоваться для контроля выходной мощности узла 3006 питания для обеспечения обратной связи с контроллером 3016 управления питанием в отношении выходной мощности батареи 3007, вследствие чего контроллер 3016 управления питанием может регулировать выходную мощность узла 3006 питания для поддержания необходимого выходного значения. Соединитель 3032 узла питания выполнен с возможностью соединения с соединителем 3030 узла питания узла 14 рукоятки на интерфейсе 3027 для соединения узла 3006 питания с узлом 14 рукоятки.

Узел 200 ствола содержит контроллер 3022 узла ствола и соединитель 3028 узла ствола. Соединитель 3028 узла ствола выполнен с возможностью соединения с соединителем 3026 узла ствола узла 14 рукоятки на интерфейсе 3025 для соединения узла 200 ствола с узлом 14 рукоятки. Как показано на ФИГ. 29, узел 14 рукоятки может содержать основной микроконтроллер 3017 и устройство 3042 вывода, которое содержит дисплей 3043.

Как описано выше, различные компоненты могут взаимодействовать для

способствования в управлении двигателем хирургического инструмента с электроприводом. Например, для хирургического инструмента 10 с электроприводом, датчик 2046 тока двигателя измеряет ток, подаваемый на двигатель 2048, и подает входной сигнал, указывающий измеренный ток, на основной процессор 2006, который, в свою очередь, подает сигналы широтно-импульсной модуляции на контроллер 2043 двигателя, который, в свою очередь, подает сигналы управления на выводы затвора нескольких FET 2044 для управления величиной тока, подаваемого на двигатель 2048 с течением времени от батареи 2008, а также направлением вращения двигателя 2048. Один датчик 2046 тока двигателя может использоваться для измерения тока, подаваемого на двигатель 2048, когда двигатель вращается в первом направлении, а другой датчик 2046 тока двигателя может использоваться для измерения тока, подаваемого на двигатель 2048, когда двигатель вращается во втором направлении. Совместно такие компоненты могут рассматриваться, как образующие часть цепи/системы управления или цепи/системы управления двигателем. В различных вариантах осуществления для измерения тока, подаваемого на двигатель 2048, датчик 2046 тока двигателя расположен для измерения тока, проходящего в цепи с мостовым управлением (цепь с мостовым управлением содержит несколько FET 2044 и позволяет подавать напряжение на двигатель 2048 в любом направлении для обеспечения вращения двигателя 2048 в первом направлении и втором направлении), между двигателем 2048 и FET 2044, который расположен по схеме перед двигателем 2048. Измеренный ток может использоваться для управления двигателем 2048 и, в более широком смысле, для управления усилием, прикладываемым к пусковой приводной системе 80 хирургического инструмента 10 с электроприводом.

На практике относительно сложно разместить датчик 2046 тока двигателя так, чтобы измерить ток, проходящий по цепи с мостовым управлением, между двигателем 2048 и FET 2044, который расположен по схеме перед двигателем 2048. Таким образом, в соответствии с различными вариантами осуществления желательно использовать ток, отличающийся от тока, измеряемого в цепи с мостовым управлением, для управления двигателем 2048. Например, вместо использования тока, измеряемого в цепи с мостовым управлением, как описано выше, можно использовать ток, измеренный в другой точке в хирургическом инструменте 10, для управления двигателем 2048.

На ФИГ. 30 представлено упрощенное изображение различных вариантов осуществления хирургического сшивающего инструмента 3100. В соответствии с различными вариантами осуществления хирургический сшивающий инструмент 3100 содержит приводную систему, электрический двигатель 3102, батарею 3104 и систему управления. Приводная система, которая не показана на ФИГ. 30 в целях упрощения, может быть подобной или идентичной пусковой приводной системе 80. Электрический двигатель 3102 механически соединен с приводной системой, и может быть подобен или идентичен двигателю 2048. Батарея 3104 является электрически подключаемой к электрическому двигателю 3102 и может быть подобной или идентичной батарее 2008. Система управления электрически соединена с электрическим двигателем 3102 и содержит цепь с мостовым управлением, первую цепь с токовым зеркалом 3106 и вторую цепь с токовым зеркалом 3108. Цепь с мостовым управлением содержит первое переключающее устройство 3110, второе переключающее устройство 3112, третье переключающее устройство 3114 и четвертое переключающее устройство 3116. Первое, второе, третье и четвертое переключающие устройства 3110-3116 могут представлять собой любой подходящий тип переключающих устройств и могут быть подобны или идентичны нескольким FET 2044. Цепь с мостовым управлением также имеет высокую

сторону и низкую сторону относительно электрического двигателя 3102. Высокая сторона содержит первое и второе плечи, причем первое переключающее устройство 3110 является частью первого плеча, а второе переключающее устройство 3112 является частью второго плеча. Низкая сторона содержит третье и четвертое плечи, причем

5 третье переключающее устройство 3114 является частью третьего плеча, а четвертое переключающее устройство 3116 является частью четвертого плеча. Высокая сторона цепи с мостовым управлением считается верхней стороной цепи с мостовым управлением, а низкая сторона цепи с мостовым управлением считается нижней стороной цепи с мостовым управлением. Электрический двигатель 3102 является электрически

10 подключаемым к батарее 3104 посредством цепи с мостовым управлением.

При работе, когда первое и четвертое переключающие устройства 3110, 3116 «замкнуты», а второе и третье переключающие устройства 3112, 3114 «разомкнуты», электрический двигатель 3102 может потреблять ток от батареи 3104 и вращаться в первом направлении (например, направлении, которое вызывает перемещение

15 компонента приводной системы в дистальном направлении). В этом состоянии ток проходит от положительной клеммы батареи 3104, через первое переключающее устройство 3110, через электрический двигатель 3102, через четвертое переключающее устройство 3116, через первую цепь с токовым зеркалом 3106 и возвращается на отрицательную клемму батареи 3104. Аналогично, когда второе и третье

20 переключающие устройства 3112, 3114 «замкнуты» и первое и четвертое переключающие устройства 3110, 3116 «разомкнуты», электрический двигатель 3102 может потреблять ток от батареи 3104 и вращаться во втором направлении (например, направлении, которое вызывает втягивание компонента приводной системы в проксимальном направлении). В этом состоянии ток проходит от положительной клеммы батареи 3104,

25 через второе переключающее устройство 3112, через электрический двигатель 3102, через третье переключающее устройство 3114, через вторую цепь с токовым зеркалом 3108 и возвращается на отрицательную клемму батареи 3104.

Первая цепь с токовым зеркалом 3106 электрически соединена с плечом низкой стороны цепи с мостовым управлением (например, четвертым плечом) и включает в

30 себя узлы А и В. Узел А считается электрически соединенным последовательно с цепью с мостовым управлением, а узел В считается электрически соединенным параллельно с цепью с мостовым управлением и последовательно с батареей 3104. Как известно в данной области, цепь с токовым зеркалом представляет собой цепь, предназначенную для копирования тока через одно активное устройство путем управления током в

35 другом активном устройстве цепи, сохраняя постоянную величину выходного тока независимо от нагрузки. Когда первое и четвертое переключающие устройства 3110, 3116 «замкнуты», а второе и третье переключающие устройства 3112, 3114 «разомкнуты», на основании тока в узле А, первая цепь с токовым зеркалом 3106 может быть выполнена с возможностью поддержания тока в узле В, который эквивалентен

40 по величине току в узле А. Ток в узле В первой цепи 3106 с токовым зеркалом может быть зарегистрирован/измерен датчиком 3118 тока. В соответствии с зарегистрированным током, датчик 3118 тока может выдавать сигнал, показывающий величину зарегистрированного тока (а также указывать на ток, проходящий дальше по цепи от цепи с мостовым управлением в узле А). Выходной сигнал от датчика 3118

45 тока может быть входным сигналом для основного процессора 2006 для управления электрическим двигателем 3102, и, в более широком смысле, для управления усилием, прикладываемым к приводной системе хирургического сшивающего инструмента 3100, когда электрический двигатель 3102 работает в первом направлении. Датчик тока 3118

можно считать частью системы управления. В соответствии с другими вариантами осуществления первая цепь 3106 с токовым зеркалом может быть выполнена с возможностью поддержания тока в узле В, который коррелирует, но не обязательно эквивалентен по величине току в узле А. Для таких вариантов осуществления, один или
5 более резистивных элементов (например, резисторов) могут быть включены в «плечо» первой цепи 3106 с токовым зеркалом.

Вторая цепь 3108 с токовым зеркалом электрически соединена со вторым плечом низкой стороны цепи с мостовым управлением (например, третьим плечом) и включает в себя узлы С и D. Узел С считается электрически соединенным последовательно с
10 цепью с мостовым управлением, а узел D считается электрически соединенным параллельно с цепью с мостовым управлением и последовательно с батареей 3104. Когда второе и третье переключающие устройства 3112, 3114 «замкнуты», а первое и четвертое переключающие устройства 3110, 3116 «разомкнуты», на основании тока в узле С, вторая цепь с токовым зеркалом 3108 поддерживает ток в узле D, который
15 эквивалентен по величине току в узле С. Ток в узле D второй цепи 3108 с токовым зеркалом может быть зарегистрирован/измерен датчиком 3120 тока. В соответствии с зарегистрированным током, датчик 3120 тока может выдавать сигнал, показывающий величину зарегистрированного тока (а также указывать на ток, проходящий дальше по цепи от цепи с мостовым управлением в узле С). Выходной сигнал от датчика 3120
20 тока может быть входным сигналом для основного процессора 2006 для управления электрическим двигателем 3102, и, в более широком смысле, для управления усилием, прикладываемым к приводной системе хирургического сшивающего инструмента 3100, когда электрический двигатель 3102 работает во втором направлении. Датчик тока 3120 можно считать частью системы управления. В соответствии с другими вариантами
25 осуществления вторая цепь 3108 с токовым зеркалом может быть выполнена с возможностью поддержания тока в узле D, который коррелирует, но не обязательно эквивалентен по величине току в узле С. Для таких вариантов осуществления, один или более резистивных элементов (например, резисторов) могут быть включены в «плечо» первой цепи 3108 с токовым зеркалом.

Первая и вторая цепи 3106, 3108 с токовым зеркалом могут быть одинаковыми или различными и могут быть реализованы в виде любого подходящего типа цепей с токовым зеркалом. Например, как более подробно описано ниже в соответствии с различными вариантами осуществления, первая цепь 3106 с токовым зеркалом может быть выполнена в виде трехтранзисторного токового зеркала Уилсона,
35 четырехтранзисторного токового зеркала Уилсона и т. д., и вторая цепь 3108 с токовым зеркалом может быть выполнена в виде трехтранзисторного токового зеркала Уилсона, четырехтранзисторного токового зеркала Уилсона и т. д. В целях упрощения, каждая цепь с токовым зеркалом, описанная ниже, будет описана в контексте токового зеркала Уилсона. Однако следует понимать, что первая и вторая цепи 3106, 3108 с токовым
40 зеркалом и любые цепи с токовым зеркалом, описанные ниже, могут быть выполнены в виде любого подходящего типа цепи с токовым зеркалом.

Хотя хирургический сшивающий инструмент 3100, показанный на ФИГ. 30, имеет две цепи 3106, 3108 с токовым зеркалом, каждая из которых расположена на нижней стороне цепи с мостовым управлением, следует понимать, что в других вариантах
45 осуществления хирургический сшивающий инструмент 3100 может включать в себя одну цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную с третьим либо четвертым плечом цепи с мостовым управлением, как описано выше.

На ФИГ. 31 представлено более подробное изображение хирургического сшивающего

инструмента 3100, в соответствии с различными вариантами осуществления. Как показано на ФИГ. 31, первая и вторая цепи 3106, 3108 с токовым зеркалом выполнены в виде трехтранзисторных токовых зеркал Уилсона. Первое трехтранзисторное токовое зеркало 3106 Уилсона электрически соединено с первым плечом низкой стороны цепи с мостовым управлением (например, четвертым плечом) и включает в себя узлы А и В. Второе трехтранзисторное токовое зеркало 3108 Уилсона электрически соединено со вторым плечом низкой стороны цепи с мостовым управлением (например, третьим плечом) и включает в себя узлы С и D. Для первого трехтранзисторного токового зеркала 3106 Уилсона, на основании тока в узле А, первое трехтранзисторное токовое зеркало 3106 Уилсона поддерживает ток в узле В, который эквивалентен по величине току в узле А. Ток в узле В первого трехтранзисторного токового зеркала 3106 Уилсона может быть зарегистрирован/измерен датчиком 3118 тока. В соответствии с зарегистрированным током, датчик 3118 тока может выдавать сигнал, показывающий величину зарегистрированного тока (а также указывать на ток, проходящий дальше по цепи от цепи с мостовым управлением в узле А). Выходной сигнал от датчика 3118 тока может быть входным сигналом для основного процессора 2006 для управления электрическим двигателем 3102, и, в более широком смысле, для управления усилием, прикладываемым к приводной системе хирургического сшивающего инструмента 3100, когда электрический двигатель 3102 работает в первом направлении. В соответствии с другими вариантами осуществления первое трехтранзисторное токовое зеркало 3106 Уилсона может быть выполнено с возможностью поддержания тока в узле В, который коррелирует, но не обязательно эквивалентен по величине току в узле А. Для таких вариантов осуществления, один или более резистивных элементов (не показаны) могут быть включены в «плечо» первого трехтранзисторного токового зеркала 3106 Уилсона.

Для второго трехтранзисторного токового зеркала 3108 Уилсона, на основании тока в узле С, второе трехтранзисторное токовое зеркало 3108 Уилсона поддерживает ток в узле D, который эквивалентен по величине току в узле С. Ток в узле D второго трехтранзисторного токового зеркала 3108 Уилсона может быть зарегистрирован/измерен датчиком 3120 тока. В соответствии с зарегистрированным током, датчик 3120 тока может выдавать сигнал, показывающий величину зарегистрированного тока (а также указывать на ток, проходящий дальше по цепи от цепи с мостовым управлением в узле С). Выходной сигнал от датчика 3120 тока может быть входным сигналом для основного процессора 2006 для управления электрическим двигателем 3102, и, в более широком смысле, для управления усилием, прикладываемым к приводной системе хирургического сшивающего инструмента 3100, когда электрический двигатель 3102 работает во втором направлении. В соответствии с другими вариантами осуществления второе трехтранзисторное токовое зеркало 3108 Уилсона может быть выполнено с возможностью поддержания тока в узле D, который коррелирует, но не обязательно эквивалентен по величине току в узле С. Для таких вариантов осуществления, один или более резистивных элементов (не показаны) могут быть включены в «плечо» второго трехтранзисторного токового зеркала 3108 Уилсона.

Хотя хирургический сшивающий инструмент 3100, показанный на ФИГ. 31, имеет два трехтранзисторных токовых зеркала Уилсона, каждое из которых расположено на нижней стороне цепи с мостовым управлением, следует понимать, что в других вариантах осуществления хирургический сшивающий инструмент 3100 может включать в себя одно трехтранзисторное токовое зеркало Уилсона, электрически соединенное с третьим либо четвертым плечом цепи с мостовым управлением, как описано выше.

На ФИГ. 32 представлено более подробное изображение хирургического сшивающего

инструмента 3100, в соответствии с различными вариантами осуществления. Как показано на ФИГ. 31, первая и вторая цепи 3106, 3108 с токовым зеркалом выполнены в виде четырехтранзисторных токовых зеркал Уилсона. Первое четырехтранзисторное токовое зеркало 3106 Уилсона электрически соединено с первым плечом низкой стороны цепи с мостовым управлением (например, четвертым плечом) и включает в себя узлы А и В. Второе четырехтранзисторное токовое зеркало 3108 Уилсона электрически соединено со вторым плечом низкой стороны цепи с мостовым управлением (например, третьим плечом) и включает в себя узлы С и D. Для первого четырехтранзисторного токового зеркала 3106 Уилсона, на основании тока в узле А, первое

10 четырехтранзисторное токовое зеркало 3106 Уилсона поддерживает ток в узле В, который эквивалентен по величине току в узле А. Ток в узле В первого четырехтранзисторного токового зеркала 3106 Уилсона может быть зарегистрирован/измерен датчиком 3118 тока. В соответствии с зарегистрированным током, датчик 3118 тока может выдавать сигнал, показывающий величину зарегистрированного тока (а

15 также указывать на ток, проходящий дальше по цепи от цепи с мостовым управлением в узле А). Выходной сигнал от датчика 3118 тока может быть входным сигналом для основного процессора 2006 для управления электрическим двигателем 3102, и, в более широком смысле, для управления усилием, прикладываемым к приводной системе хирургического сшивающего инструмента 3100, когда электрический двигатель 3102

20 работает в первом направлении. В соответствии с другими вариантами осуществления первое четырехтранзисторное токовое зеркало 3106 Уилсона может быть выполнено с возможностью поддержания тока в узле В, который коррелирует, но не обязательно эквивалентен по величине току в узле А. Для таких вариантов осуществления, один или более резистивных элементов (не показаны) могут быть включены в «плечо» первого

25 четырехтранзисторного токового зеркала 3106 Уилсона.

Для второго четырехтранзисторного токового зеркала 3108 Уилсона, на основании тока в узле С, второе четырехтранзисторное токовое зеркало 3108 Уилсона поддерживает ток в узле D, который эквивалентен по величине току в узле С. Ток в узле D второго четырехтранзисторного токового зеркала 3108 Уилсона может быть

30 зарегистрирован/измерен датчиком 3120 тока. В соответствии с зарегистрированным током, датчик 3120 тока может выдавать сигнал, показывающий величину зарегистрированного тока (а также указывать на ток, проходящий дальше по цепи от цепи с мостовым управлением в узле С). Выходной сигнал от датчика 3120 тока может быть входным сигналом для основного процессора 2006 для управления электрическим

35 двигателем 3102, и, в более широком смысле, для управления усилием, прикладываемым к приводной системе хирургического сшивающего инструмента 3100, когда электрический двигатель 3102 работает во втором направлении. В соответствии с другими вариантами осуществления второе четырехтранзисторное токовое зеркало 3108 Уилсона может быть выполнено с возможностью поддержания тока в узле D,

40 который коррелирует, но не обязательно эквивалентен по величине току в узле С. Для таких вариантов осуществления, один или более резистивных элементов (не показаны) могут быть включены в «плечо» второго четырехтранзисторного токового зеркала 3108 Уилсона.

Хотя хирургический сшивающий инструмент 3100, показанный на ФИГ. 32, имеет

45 два четырехтранзисторных токовых зеркала Уилсона, каждое из которых расположено на нижней стороне цепи с мостовым управлением, следует понимать, что в других вариантах осуществления хирургический сшивающий инструмент 3100 может включать в себя одно четырехтранзисторное токовое зеркало Уилсона, электрически соединенное

с третьим либо четвертым плечом цепи с мостовым управлением, как описано выше.

В вариантах осуществления хирургического сшивающего инструмента 3100, которые включают в себя две цепи с токовым зеркалом (каждая из которых расположена на нижней стороне цепи с мостовым управлением), две цепи с токовым зеркалом могут
 5 быть одинаковыми или разными. Таким образом, хотя на ФИГ. 31 показаны обе цепи с токовым зеркалом в виде трехтранзисторных токовых зеркал Уилсона, а на ФИГ. 32 показаны обе цепи с токовым зеркалом в виде четырехтранзисторных токовых зеркал Уилсона, следует понимать, что в других вариантах осуществления две цепи с токовым
 10 зеркалом могут быть разными. Например, одна из цепей с токовым зеркалом может представлять собой трехтранзисторное токовое зеркало Уилсона, а другая из цепей с токовым зеркалом может представлять собой четырехтранзисторное токовое зеркало Уилсона.

На ФИГ. 33 представлена упрощенная версия различных вариантов осуществления хирургического сшивающего инструмента 3300. Хирургический сшивающий инструмент
 15 3300 подобен хирургическому сшивающему инструменту 3100, но отличается от него. В соответствии с различными вариантами осуществления хирургический сшивающий инструмент 3300 содержит приводную систему, электрический двигатель 3102, батарею 3104 и систему управления. Приводная система, которая не показана на ФИГ. 33 в целях упрощения, может быть подобной или идентичной пусковой приводной системе
 20 80. Система управления электрически соединена с электрическим двигателем 3102 и содержит зеркальную мостовую цепь. Зеркальная мостовая цепь включает в себя цепь с мостовым управлением, которая включает в себя первое переключающее устройство 3110, второе переключающее устройство 3112, третье переключающее устройство 3114, четвертое переключающее устройство 3116, первую цепь 3306 с токовым зеркалом и
 25 вторую цепь 3308 с токовым зеркалом. Цепь с мостовым управлением также имеет высокую сторону и низкую сторону относительно электрического двигателя 3102. Высокая сторона содержит первое и второе плечи, причем первое переключающее устройство 3110 является частью первого плеча, а второе переключающее устройство 3112 является частью второго плеча. Низкая сторона содержит третье и четвертое
 30 плечи, причем третье переключающее устройство 3114 является частью третьего плеча, а четвертое переключающее устройство 3116 является частью четвертого плеча. Высокая сторона цепи с мостовым управлением считается верхней стороной цепи с мостовым управлением, а низкая сторона цепи с мостовым управлением считается нижней стороной цепи с мостовым управлением. Электрический двигатель 3102 является электрически
 35 подключаемым к батарее 3104 посредством цепи с мостовым управлением.

Первая цепь 3306 с токовым зеркалом электрически соединена с плечом низкой стороны цепи с мостовым управлением (например, четвертым плечом) между электрическим двигателем 3102 и четвертым переключающим устройством 3116, а также электрически соединена с батареей 3322. Батарея 3322 может представлять собой
 40 батарею 3104 или может быть дополнением к батарее 3104. Первая цепь 3406 с токовым зеркалом включает в себя узлы А и В. Узел А считается электрически соединенным последовательно с электрическим двигателем 3102 и четвертым переключающим устройством 3116, а узел В считается внешним по отношению к цепи с мостовым управлением. Когда первое и четвертое переключающие устройства 3110, 3116
 45 «замкнуты», а второе и третье переключающие устройства 3112, 3114 «разомкнуты», ток проходит от положительной клеммы батареи 3104, через первое переключающее устройство 3110, через электрический двигатель 3102, через плечо первой цепи 3406 с токовым зеркалом, через четвертое переключающее устройство 3116 и возвращается

на отрицательную клемму батареи 3104. На основании тока в узле А, первая цепь 3306 с токовым зеркалом поддерживает ток в узле В, который эквивалентен по величине току в узле А. Ток в узле В первой цепи 3306 с токовым зеркалом может быть зарегистрирован/измерен датчиком 3118 тока. В соответствии с зарегистрированным током, датчик 3118 тока может выдавать сигнал, показывающий величину зарегистрированного тока (а также указывать на ток, проходящий дальше по цепи от электрического двигателя 3102 в узле А). Выходной сигнал от датчика 3118 тока может быть входным сигналом для основного процессора 2006 для управления электрическим двигателем 3102, и, в более широком смысле, для управления усилием, прикладываемым к приводной системе хирургического сшивающего инструмента 3100, когда электрический двигатель 3102 работает в первом направлении. В соответствии с другими вариантами осуществления первая цепь с токовым зеркалом 3306 может быть выполнена с возможностью поддержания тока в узле В, который коррелирует, но не обязательно эквивалентен по величине току в узле А. Для таких вариантов осуществления, один или более резистивных элементов (например, резисторов) могут быть включены в «плечо» первой цепи 3306 с токовым зеркалом.

Вторая цепь 3308 с токовым зеркалом электрически соединена с плечом низкой стороны цепи с мостовым управлением (например, третьим плечом) между электрическим двигателем 3102 и третьим переключающим устройством 3114, а также электрически соединена с батареей 3324. Вторая цепь с токовым зеркалом 3308 включает в себя узлы С и D. Узел С считается электрически соединенным последовательно с электрическим двигателем 3102 и третьим переключающим устройством 3114, а узел D считается внешним по отношению к цепи с мостовым управлением. Когда второе и третье переключающие устройства 3112, 3114 «замкнуты», а первое и четвертое переключающие устройства 3110, 3116 «разомкнуты», ток проходит от положительной клеммы батареи 3104, через второе переключающее устройство 3112, через электрический двигатель 3102, через плечо второй цепи 3308 с токовым зеркалом, через третье переключающее устройство 3114 и возвращается на отрицательную клемму батареи 3104. На основании тока в узле С, вторая цепь 3308 с токовым зеркалом поддерживает ток в узле D, который эквивалентен по величине току в узле С. Ток в узле D второй цепи 3308 с токовым зеркалом может быть зарегистрирован/измерен датчиком 3120 тока. В соответствии с зарегистрированным током, датчик 3120 тока может выдавать сигнал, показывающий величину зарегистрированного тока (а также указывать на ток, проходящий дальше по цепи от электрического двигателя 3102 в узле С). Выходной сигнал от датчика 3120 тока может быть входным сигналом для основного процессора 2006 для управления электрическим двигателем 3102, и, в более широком смысле, для управления усилием, прикладываемым к приводной системе хирургического сшивающего инструмента 3100, когда электрический двигатель 3102 работает во втором направлении. В соответствии с другими вариантами осуществления вторая цепь 3308 с токовым зеркалом может быть выполнена с возможностью поддержания тока в узле D, который коррелирует, но не обязательно эквивалентен по величине току в узле С. Для таких вариантов осуществления, один или более резистивных элементов (например, резисторов) могут быть включены в «плечо» второй цепи 3308 с токовым зеркалом.

Первая и вторая цепи 3306, 3308 с токовым зеркалом зеркальной мостовой цепи могут быть одинаковыми или различными и могут быть реализованы в виде любого подходящего типа цепей с токовым зеркалом. Например, как более подробно описано ниже со ссылкой на ФИГ. 34, в соответствии с различными вариантами осуществления первая и вторая цепи 3306, 3308 с токовым зеркалом могут быть выполнены в виде

четырёхтранзисторных токовых зеркал Уилсона. Однако следует понимать, что первая и вторая цепи 3306, 3308 с токовым зеркалом зеркальной мостовой цепи могут быть выполнены в виде любого подходящего типа цепи с токовым зеркалом. Также, хотя зеркальная мостовая цепь, показанная на ФИГ. 33, имеет две цепи 3306, 3308 с токовым
 5 зеркалом, каждая из которых расположена на нижней стороне цепи с мостовым управлением, следует понимать, что в других вариантах осуществления хирургический сшивающий инструмент 3300 может включать в себя одну цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную с третьим либо четвертым плечом цепи с мостовым управлением, как описано выше.

На ФИГ. 34 представлено более подробное изображение хирургического сшивающего инструмента 3300, в соответствии с различными вариантами осуществления. Как показано на ФИГ. 34, первая и вторая цепи 3306, 3308 с токовым зеркалом выполнены в виде четырёхтранзисторных токовых зеркал Уилсона. Первое четырёхтранзисторное токовое зеркало 3306 электрически соединено с плечом низкой стороны цепи с мостовым
 15 управлением (например, четвертым плечом) между электрическим двигателем 302 и четвертым переключающим устройством 3116, а также электрически соединено с батареей 3322. Первое токовое зеркало включает в себя узлы А и В. Узел А считается электрически соединенным последовательно с электрическим двигателем 3102 и четвертым переключающим устройством 3116, а узел В считается внешним по
 20 отношению к цепи с мостовым управлением. Когда первое и четвертое переключающие устройства 3110, 3116 «замкнуты», а второе и третье переключающие устройства 3112, 3114 «разомкнуты», ток проходит от положительной клеммы батареи 3102, через первое переключающее устройство 3110, через электрический двигатель 3102, через плечо первого четырёхтранзисторного токового зеркала 3306, через четвертое переключающее
 25 устройство 3116 и возвращается на отрицательную клемму батареи 3104. На основании тока в узле А, первое четырёхтранзисторное токовое зеркало 3306 поддерживает ток в узле В, который эквивалентен по величине току в узле А. Ток в узле В первого четырёхтранзисторного токового зеркала 3306 может быть зарегистрирован/измерен датчиком 3118 тока. В соответствии с зарегистрированным током, датчик 3118 тока
 30 может выдавать сигнал, показывающий величину зарегистрированного тока (а также указывать на ток, проходящий дальше по цепи от электрического двигателя 3102 в узле А). Выходной сигнал от датчика 3118 тока может быть входным сигналом для основного процессора 2006 для управления электрическим двигателем 3102, и, в более широком смысле, для управления усилием, прикладываемым к приводной системе хирургического
 35 сшивающего инструмента 3100, когда электрический двигатель 3102 работает в первом направлении. В соответствии с другими вариантами осуществления первое четырёхтранзисторное токовое зеркало 3306 Уилсона может быть выполнено с возможностью поддержания тока в узле В, который коррелирует, но не обязательно эквивалентен по величине току в узле А. Для таких вариантов осуществления, один или
 40 более резистивных элементов (не показаны) могут быть включены в «плечо» первого четырёхтранзисторного токового зеркала 3306 Уилсона.

Второе четырёхтранзисторное токовое зеркало 3308 электрически соединено с плечом низкой стороны цепи с мостовым управлением (например, третьим плечом) между электрическим двигателем 3102 и третьим переключающим устройством 3114, а также
 45 электрически соединено с батареей 3324. Второе четырёхтранзисторное токовое зеркало 3308 включает в себя узлы С и D. Узел С считается электрически соединенным последовательно с электрическим двигателем 3102 и третьим переключающим устройством 3114, а узел D считается внешним по отношению к цепи с мостовым

управлением. Когда второе и третье переключающие устройства 3112, 3114 «замкнуты», а первое и четвертое переключающие устройства 3110, 3116 «разомкнуты», ток проходит от положительной клеммы батареи 3104, через второе переключающее устройство 3112, через электрический двигатель 3102, через плечо второго четырехтранзисторного
 5 токового зеркала 3308, через третье переключающее устройство 3114 и возвращается на отрицательную клемму батареи 3104. На основании тока в узле С, второе четырехтранзисторное токовое зеркало 3308 поддерживает ток в узле D, который эквивалентен по величине току в узле С. Ток в узле D второго четырехтранзисторного токового зеркала 3308 может быть зарегистрирован/измерен датчиком 3120 тока. В
 10 соответствии с зарегистрированным током, датчик 3120 тока может выдавать сигнал, показывающий величину зарегистрированного тока (а также указывать на ток, проходящий дальше по цепи от электрического двигателя 3102 в узле С). Выходной сигнал от датчика 3120 тока может быть входным сигналом для основного процессора 2006 для управления электрическим двигателем 3102, и, в более широком смысле, для
 15 управления усилием, прикладываемым к приводной системе хирургического сшивающего инструмента 3100, когда электрический двигатель 3102 работает во втором направлении. В соответствии с другими вариантами осуществления второе четырехтранзисторное токовое зеркало 3308 Уилсона может быть выполнено с возможностью поддержания тока в узле D, который коррелирует, но не обязательно эквивалентен по величине току
 20 в узле С. Для таких вариантов осуществления, один или более резистивных элементов (не показаны) могут быть включены в «плечо» второго четырехтранзисторного токового зеркала 3308 Уилсона.

Примеры

Пример 1. Предлагается хирургический сшивающий инструмент. Хирургический
 25 сшивающий инструмент содержит приводную систему, электрический двигатель, механически соединенный с приводной системой, батарею, электрически подключаемую к электрическому двигателю, и систему управления, электрически соединенную с электрическим двигателем. Система управления содержит цепь с мостовым управлением и цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную с цепью с мостовым управлением.
 30 Цепь с мостовым управлением содержит множество переключающих устройств. Система управления выполнена с возможностью управления усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании тока, измеренного в узле цепи с токовым зеркалом, причем узел электрически соединен параллельно с цепью с мостовым управлением.

Пример 2. Хирургический сшивающий инструмент по примеру 1, в котором цепь с
 35 мостовым управлением содержит высокую сторону и низкую сторону, а цепь с токовым зеркалом электрически соединена с низкой стороной цепи с мостовым управлением.

Пример 3. Хирургический сшивающий инструмент по примеру 2, в котором низкая сторона цепи с мостовым управлением содержит первое и второе плечи, а цепь с токовым
 40 зеркалом электрически соединена с одним из первого и второго плеч цепи с мостовым управлением.

Пример 4. Хирургический сшивающий инструмент по примерам 1, 2 или 3, в которых цепь с токовым зеркалом содержит трехтранзисторное токовое зеркало Уилсона.

Пример 5. Хирургический сшивающий инструмент по примерам 1, 2, 3 или 4, в котором система управления дополнительно содержит датчик тока, выполненный с
 45 возможностью измерения тока.

Пример 6. Хирургический сшивающий инструмент по примерам 1, 2, 3, 4 или 5, в котором система управления дополнительно содержит вторую цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную с цепью с мостовым управлением, и система управления

дополнительно выполнена с возможностью управления вторым усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании второго тока, измеренного в узле второй цепи с токовым зеркалом. Узел второго токового зеркала электрически соединен параллельно с цепью с мостовым управлением.

5 Пример 7. Хирургический сшивающий инструмент по примеру 6, в котором цепь с мостовым управлением содержит высокую сторону и низкую сторону, а цепь с токовым зеркалом и вторая цепь с токовым зеркалом электрически соединены с низкой стороной цепи с мостовым управлением.

10 Пример 8. Хирургический сшивающий инструмент по примеру 6 или 7, в котором низкая сторона цепи с мостовым управлением содержит первое и второе плечи, цепь с токовым зеркалом электрически соединена с первым плечом цепи с мостовым управлением, а вторая цепь с токовым зеркалом электрически соединена со вторым плечом цепи с мостовым управлением.

15 Пример 9. Хирургический сшивающий инструмент по примерам 6, 7 или 8, в котором система управления дополнительно содержит второй датчик тока, причем второй датчик тока выполнен с возможностью измерения второго тока.

20 Пример 10. Предлагается хирургический сшивающий инструмент. Хирургический сшивающий инструмент содержит приводную систему, электрический двигатель, механически соединенный с приводной системой, батареею, электрически подключаемую к электрическому двигателю, и систему управления, электрически соединенную с электрическим двигателем. Система управления содержит цепь с мостовым управлением, первую цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную с цепью с мостовым управлением, и вторую цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную с цепью с мостовым управлением. Цепь с мостовым управлением содержит множество
25 переключающих устройств. Система управления выполнена с возможностью, во-первых, управления усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании первого тока, измеренного в узле первой цепи с токовым зеркалом, причем узел электрически соединен параллельно с цепью с мостовым управлением и, во-вторых, управления вторым усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании второго тока, измеренного в узле второй цепи с токовым зеркалом, причем узел второй цепи с токовым
30 зеркалом электрически соединен параллельно с цепью с мостовым управлением.

35 Пример 11. Хирургический сшивающий инструмент по примеру 10, в котором цепь с мостовым управлением содержит высокую сторону и низкую сторону, а первая и вторая цепи с токовым зеркалом электрически соединены с низкой стороной цепи с мостовым управлением.

40 Пример 12. Хирургический сшивающий инструмент по примеру 11, в котором низкая сторона цепи с мостовым управлением содержит первое и второе плечи, причем первое токовое зеркало электрически соединено с первым плечом цепи с мостовым управлением, а второе токовое зеркало электрически соединено со вторым плечом цепи с мостовым управлением.

Пример 13. Хирургический сшивающий инструмент по примерам 10, 11 или 12, в котором по меньшей мере одна из первой и второй цепей с токовым зеркалом является трехтранзисторным токовым зеркалом Уилсона.

45 Пример 14. Хирургический сшивающий инструмент по примерам 10, 11, 12 или 13, в котором система управления дополнительно содержит первый датчик тока, выполненный с возможностью измерения первого тока, и второй датчик тока, выполненный с возможностью измерения второго тока.

Пример 15. Предлагается хирургический сшивающий инструмент. Хирургический

сшивающий инструмент содержит приводную систему, электрический двигатель, механически соединенный с приводной системой, батареею, электрически подключаемую к электрическому двигателю, и систему управления, электрически соединенную с электрическим двигателем. Система управления содержит зеркальную мостовую цепь.

- 5 Зеркальная мостовая цепь содержит цепь с мостовым управлением. Цепь с мостовым управлением содержит множество переключающих устройств и цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную последовательно с электрическим двигателем. Система управления выполнена с возможностью управления усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании тока, измеренного в узле цепи с токовым зеркалом.
- 10 Узел находится вне цепи с мостовым управлением.

Пример 16. Хирургический сшивающий инструмент по примеру 15, в котором цепь с мостовым управлением содержит высокую сторону и низкую сторону, а низкая сторона цепи с мостовым управлением содержит цепь с токовым зеркалом.

- 15 Пример 17. Хирургический сшивающий инструмент по примеру 16, в котором низкая сторона цепи с мостовым управлением содержит первое и второе плечи, а одно из первого и второго плеч цепи с мостовым управлением содержит цепь с токовым зеркалом.

- Пример 18. Хирургический сшивающий инструмент по примерам 16 или 17, в котором низкая сторона цепи с мостовым управлением дополнительно содержит вторую цепь с токовым зеркалом, а система управления дополнительно выполнена с возможностью управления вторым усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании второго тока, измеренного в узле второй цепи с токовым зеркалом. Узел второй цепи с токовым зеркалом находится вне цепи с мостовым управлением.
- 20

- Пример 19. Хирургический сшивающий инструмент по примеру 18, в котором по меньшей мере одна из первой и второй цепей с токовым зеркалом представляет собой четырехтранзисторное токовое зеркало Уилсона.
- 25

- Пример 20. Хирургический сшивающий инструмент по примерам 18 или 19, в котором система управления дополнительно содержит первый датчик тока, выполненный с возможностью измерения тока, и второй датчик тока, выполненный с возможностью измерения второго тока.
- 30

- Пример 21. Предлагается хирургический сшивающий инструмент. Хирургический сшивающий инструмент содержит приводную систему, электрический двигатель, механически соединенный с приводной системой, батареею, электрически подключаемую к электрическому двигателю, и систему управления, электрически соединенную с электрическим двигателем. Система управления содержит цепь с мостовым управлением и электрическую цепь, электрически соединенную с цепью с мостовым управлением. Цепь с мостовым управлением содержит множество переключающих устройств. Система управления выполнена с возможностью управления электрическим двигателем на основании тока, измеренного в электрической цепи.
- 35

- 40 Полное описание:

патента США № 5,403,312, озаглавленного ELECTROSURGICAL HEMOSTATIC DEVICE, выданного 4 апреля 1995 г.;

- патента США № 7,000,818, озаглавленного SURGICAL STAPLING INSTRUMENT HAVING SEPARATE DISTINCT CLOSING AND FIRING SYSTEMS, выданного 21 февраля 2006 г.;
- 45

патента США № 7,422,139, озаглавленного MOTOR-DRIVEN SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT WITH TACTILE POSITION FEEDBACK, выданного 9 сентября 2008 г.;

патента США № 7,464,849, озаглавленного ELECTRO-MECHANICAL SURGICAL INSTRUMENT WITH CLOSURE SYSTEM AND ANVIL ALIGNMENT COMPONENTS, выданного 16 декабря 2008 г.;

патента США № 7,670,334, озаглавленного SURGICAL INSTRUMENT HAVING AN ARTICULATING END EFFECTOR, выданного 2 марта 2010 г.;

патента США № 7,753,245, озаглавленного SURGICAL STAPLING INSTRUMENTS, выданного 13 июля 2010 г.;

патента США № 8,393,514, озаглавленного SELECTIVELY ORIENTABLE IMPLANTABLE FASTENER CARTRIDGE, выданного 12 марта 2013 г.;

заявки на патент США № 11/343,803, озаглавленной SURGICAL INSTRUMENT HAVING RECORDING CAPABILITIES; в настоящее время патент США № 7,845,537;

заявки на патент США № 12/031,573, озаглавленной SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT HAVING RF ELECTRODES, поданной 14 февраля 2008 г.;

заявки на патент США № 12/031,873, озаглавленной END EFFECTORS FOR A SURGICAL CUTTING AND STAPLING INSTRUMENT, поданной 15 февраля 2008 г., в настоящее время патент США № 7,980,443;

заявки на патент США № 12/235,782, озаглавленной MOTOR-DRIVEN SURGICAL CUTTING INSTRUMENT, в настоящее время патента США № 8210411;

заявки на патент США № 12/249,117, озаглавленной POWERED SURGICAL CUTTING AND STAPLING APPARATUS WITH MANUALLY RETRACTABLE FIRING SYSTEM, в настоящее время патента США № 8608045;

заявки на патент США № 12/647,100, озаглавленной MOTOR-DRIVEN SURGICAL CUTTING INSTRUMENT WITH ELECTRIC ACTUATOR DIRECTIONAL CONTROL ASSEMBLY, поданной 24 декабря 2009 г.; в настоящее время патент США № 8,220,688;

заявки на патент США № 12/893,461, озаглавленной STAPLE CARTRIDGE, поданной 29 сентября 2012 г., в настоящее время патент США № 8,733,613;

заявки на патент США № 13/036,647, озаглавленной SURGICAL STAPLING INSTRUMENT, поданной 28 февраля 2011 г., в настоящее время патент США № 8,561,870;

заявки на патент США № 13/118,241, озаглавленной SURGICAL STAPLING INSTRUMENTS WITH ROTATABLE STAPLE DEPLOYMENT ARRANGEMENTS, в настоящее время патент США № 9072535;

заявки на патент США № 13/524,049, озаглавленной ARTICULATABLE SURGICAL INSTRUMENT COMPRISING A FIRING DRIVE; поданной 15 июня 2012 г.; существующего патента США № 9101358;

заявки на патент США № 13/800,025, озаглавленной STAPLE CARTRIDGE TISSUE THICKNESS SENSOR SYSTEM, поданной 13 марта 2013 г., в настоящее время публикации заявки на патент США № 2014/0263551;

заявки на патент США № 13/800,067, озаглавленной STAPLE CARTRIDGE TISSUE THICKNESS SENSOR SYSTEM, поданной 13 марта 2013 г., в настоящее время публикации

заявки на патент США № 2014/0263552;

опубликованной заявки на патент США № 2007/0175955, озаглавленной SURGICAL CUTTING AND FASTENING INSTRUMENT WITH CLOSURE TRIGGER LOCKING MECHANISM, поданной 31 января 2006 г.; и

опубликованной заявки на патент США № 2010/0264194, озаглавленной SURGICAL STAPLING INSTRUMENT WITH AN ARTICULATABLE END EFFECTOR, поданной 22 апреля 2010 г., в настоящее время патент США № 8,308,040; включены в настоящий документ путем ссылки.

Несмотря на то, что в настоящем документе описаны различные варианты

осуществления изобретения устройств в их связи с определенными описанными вариантами осуществления изобретения, в отношении устройств могут быть реализованы различные модификации и изменения. Также для некоторых компонентов, для которых раскрыты материалы, можно применять другие материалы. Кроме того, в соответствии с различными вариантами осуществления один компонент может быть заменен несколькими компонентами, а несколько компонентов - одним компонентом (для выполнения определенных функций). Представленное выше описание и приложенная формула изобретения охватывают все указанные изменения и дополнения.

Устройства, описанные в настоящем документе, могут быть выполнены с возможностью утилизации после однократного применения или они 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 в себя любую комбинацию этапов разборки устройства, последующей очистки или замены конкретных частей и последующей повторной сборки. В частности, устройство можно разобрать и любое число конкретных деталей или частей устройства можно селективно заменить или удалить в любой комбинации. После очистки и/или замены конкретных частей устройство можно снова собрать 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 различные методики разборки, очистки, замены и повторной сборки. Применение таких методик, а также полученное восстановленное устройство входят в объем настоящей заявки.

Только в качестве примера, описанные в настоящем документе версии могут пройти обработку до операции. Во-первых, новый или использованный инструмент может быть получен и при необходимости обработан. Затем инструмент можно стерилизовать. Согласно одному способу стерилизации инструмент помещают в закрытый и герметичный контейнер, например пластиковый пакет или пакет (доступный в продаже от компании E. I. du Pont de Nemours and Company). Затем контейнер с инструментом можно поместить в поле действия излучения, способного проникнуть в контейнер, такого как гамма-излучение, рентгеновское излучение или пучок быстрых электронов. Излучение может убить бактерии на поверхности инструмента и в контейнере. После этого стерилизованный инструмент можно хранить в стерильном контейнере. Герметичный контейнер может держать инструмент стерильным, пока не возникнет необходимость его использования в медицинском учреждении. Устройство также можно стерилизовать с применением любой другой методики, известной в данной области, включая, без ограничений, бета- или гамма-излучение, этиленоксид, плазму пероксида или пар.

Хотя настоящее изобретение описано как имеющее примеры конфигураций, настоящее изобретение можно дополнительно модифицировать в пределах сущности и объема описания. Следовательно, предполагается, что настоящая заявка охватывает все возможные вариации, способы применения или адаптации изобретения с применением его общих принципов.

Любой патент, публикация или другой материал описания, полностью или частично, который указан как включенный в настоящий документ путем ссылки, включен в настоящий документ только в той степени, в какой включенный материал не противоречит существующим определениям, положениям и другому материалу описания, представленному в настоящем описании. Таким образом, описание, в прямой форме

изложенное в настоящем документе, в той мере, в которой это необходимо, превалирует над любым противоречащим материалом, включенным в настоящий документ путем ссылки. Любой материал или его часть, указанный как включенный в настоящий документ путем ссылки, но противоречащий существующим определениям, положениям или другим материалам описания, изложенным в настоящем документе, будет включен только в той мере, в которой между включенным материалом и существующим материалом описания не возникает противоречий.

(57) Формула изобретения

1. Хирургический сшивающий инструмент, содержащий:
 приводную систему;
 электрический двигатель, механически соединенный с приводной системой;
 батарею, электрически подключаемую к электрическому двигателю; и
 систему управления, электрически соединенную с электрическим двигателем, причем система управления содержит:
 цепь с мостовым управлением, содержащую переключающие устройства; и
 цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную с цепью с мостовым управлением, причем система управления выполнена с возможностью управления усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании тока, измеренного в узле цепи с токовым зеркалом, и при этом узел электрически соединен параллельно с цепью с мостовым управлением.
2. Хирургический сшивающий инструмент по п. 1, отличающийся тем, что:
 цепь с мостовым управлением содержит высокую сторону и низкую сторону; и
 цепь с токовым зеркалом электрически соединена с низкой стороной цепи с мостовым управлением.
3. Хирургический сшивающий инструмент по п. 2, отличающийся тем, что:
 низкая сторона цепи с мостовым управлением содержит первое и второе плечи; и
 цепь с токовым зеркалом электрически соединена с одним из первого и второго плеч цепи с мостовым управлением.
4. Хирургический сшивающий инструмент по п. 1, отличающийся тем, что цепь с токовым зеркалом содержит трехтранзисторное токовое зеркало Уилсона.
5. Хирургический сшивающий инструмент по п. 1, отличающийся тем, что система управления дополнительно содержит датчик тока, выполненный с возможностью измерения тока.
6. Хирургический сшивающий инструмент по п. 1, отличающийся тем, что:
 система управления дополнительно содержит вторую цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную с цепью с мостовым управлением; и
 система управления дополнительно выполнена с возможностью управления вторым усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании второго тока, измеренного в узле второй цепи с токовым зеркалом, причем узел второй цепи с токовым зеркалом электрически соединен параллельно с цепью с мостовым управлением.
7. Хирургический сшивающий инструмент по п. 6, отличающийся тем, что:
 цепь с мостовым управлением содержит высокую сторону и низкую сторону; и
 цепь с токовым зеркалом и вторая цепь с токовым зеркалом электрически соединены каждая с низкой стороной цепи с мостовым управлением.
8. Хирургический сшивающий инструмент по п. 7, отличающийся тем, что:
 низкая сторона цепи с мостовым управлением содержит первое и второе плечи;
 цепь с токовым зеркалом электрически соединена с первым плечом цепи с мостовым

управлением; и

вторая цепь с токовым зеркалом электрически соединена со вторым плечом цепи с мостовым управлением.

9. Хирургический сшивающий инструмент по п. 6, отличающийся тем, что система управления дополнительно содержит второй датчик тока, причем второй датчик тока выполнен с возможностью измерения второго тока.

10. Хирургический сшивающий инструмент, содержащий:

приводную систему;

электрический двигатель, механически соединенный с приводной системой;

батарею, электрически подключаемую к электрическому двигателю; и

систему управления, электрически соединенную с электрическим двигателем, причем система управления содержит:

цепь с мостовым управлением, содержащую переключающие устройства;

первую цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную с цепью с мостовым

управлением; и

вторую цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную с цепью с мостовым управлением, причем система управления выполнена с возможностью:

управления первым усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании первого тока, измеренного в узле первой цепи с токовым зеркалом, причем узел

электрически соединен параллельно с цепью с мостовым управлением; и

управления вторым усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании второго тока, измеренного в узле второй цепи с токовым зеркалом, причем узел второй цепи с токовым зеркалом электрически соединен параллельно с цепью с мостовым управлением.

11. Хирургический сшивающий инструмент по п. 10, отличающийся тем, что:

цепь с мостовым управлением содержит высокую сторону и низкую сторону; и

первая и вторая цепи с токовым зеркалом электрически соединены с низкой стороной цепи с мостовым управлением.

12. Хирургический сшивающий инструмент по п. 11, отличающийся тем, что:

низкая сторона цепи с мостовым управлением содержит первое и второе плечи;

первая цепь с токовым зеркалом электрически соединена с первым плечом цепи с мостовым управлением; и

вторая цепь с токовым зеркалом электрически соединена со вторым плечом цепи с мостовым управлением.

13. Хирургический сшивающий инструмент по п. 10, отличающийся тем, что по меньшей мере одна из первой и второй цепей с токовым зеркалом представляет собой трехтранзисторное токовое зеркало Уилсона.

14. Хирургический сшивающий инструмент по п. 10, отличающийся тем, что система управления дополнительно содержит:

первый датчик тока, выполненный с возможностью измерения первого тока; и

второй датчик тока, выполненный с возможностью измерения второго тока.

15. Хирургический сшивающий инструмент, содержащий:

приводную систему;

электрический двигатель, механически соединенный с приводной системой;

батарею, электрически подключаемую к электрическому двигателю; и

систему управления, электрически соединенную с электрическим двигателем, причем система управления содержит:

зеркальную мостовую цепь, содержащую:

цепь с мостовым управлением, причем цепь с мостовым управлением содержит: переключающие устройства; и

цепь с токовым зеркалом, электрически соединенную последовательно с электрическим двигателем, причем система управления выполнена с возможностью управления усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании тока, измеренного в узле цепи с токовым зеркалом, и причем узел находится вне цепи с мостовым управлением.

16. Хирургический сшивающий инструмент по п. 15, отличающийся тем, что:

цепь с мостовым управлением содержит высокую сторону и низкую сторону; и

низкая сторона цепи с мостовым управлением содержит цепь с токовым зеркалом.

17. Хирургический сшивающий инструмент по п. 16, отличающийся тем, что:

низкая сторона цепи с мостовым управлением содержит первое и второе плечи; и

одно из первого и второго плеч цепи с мостовым управлением содержит цепь с токовым зеркалом.

18. Хирургический сшивающий инструмент по п. 16, отличающийся тем, что:

низкая сторона цепи с мостовым управлением дополнительно содержит вторую цепь с токовым зеркалом; и

система управления дополнительно выполнена с возможностью управления вторым усилием, прикладываемым к приводной системе, на основании второго тока,

измеренного в узле второй цепи с токовым зеркалом, причем узел второй цепи с токовым зеркалом находится вне цепи с мостовым управлением.

19. Хирургический сшивающий инструмент по п. 18, отличающийся тем, что по меньшей мере одна из цепи с токовым зеркалом и второй цепи с токовым зеркалом представляет собой четырехтранзисторное токовое зеркало Уилсона.

20. Хирургический сшивающий инструмент по п. 18, отличающийся тем, что система управления дополнительно содержит:

первый датчик тока, выполненный с возможностью измерения тока; и

второй датчик тока, выполненный с возможностью измерения второго тока.

21. Хирургический сшивающий инструмент, содержащий:

приводную систему;

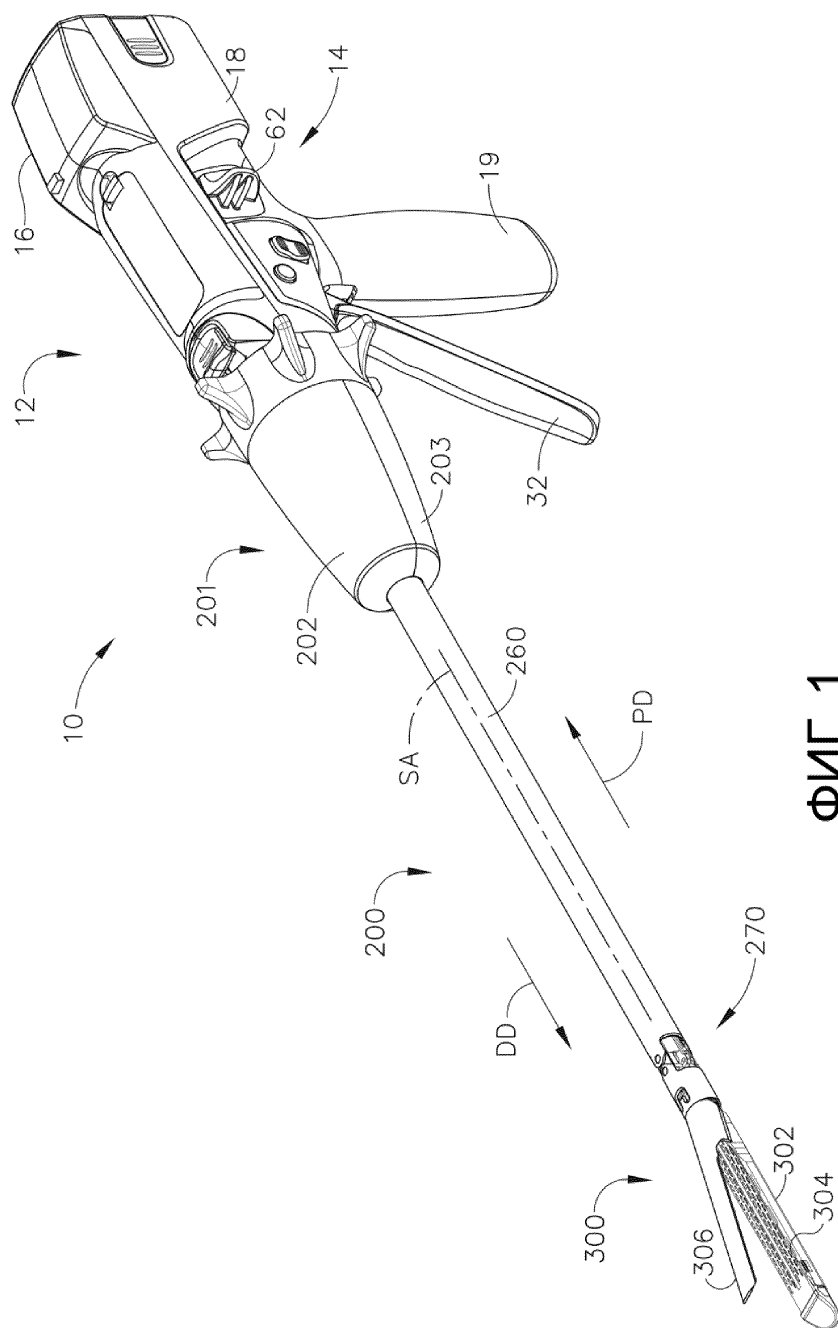
электрический двигатель, механически соединенный с приводной системой;

батарею, электрически подключаемую к электрическому двигателю; и

систему управления, электрически соединенную с электрическим двигателем, причем система управления содержит:

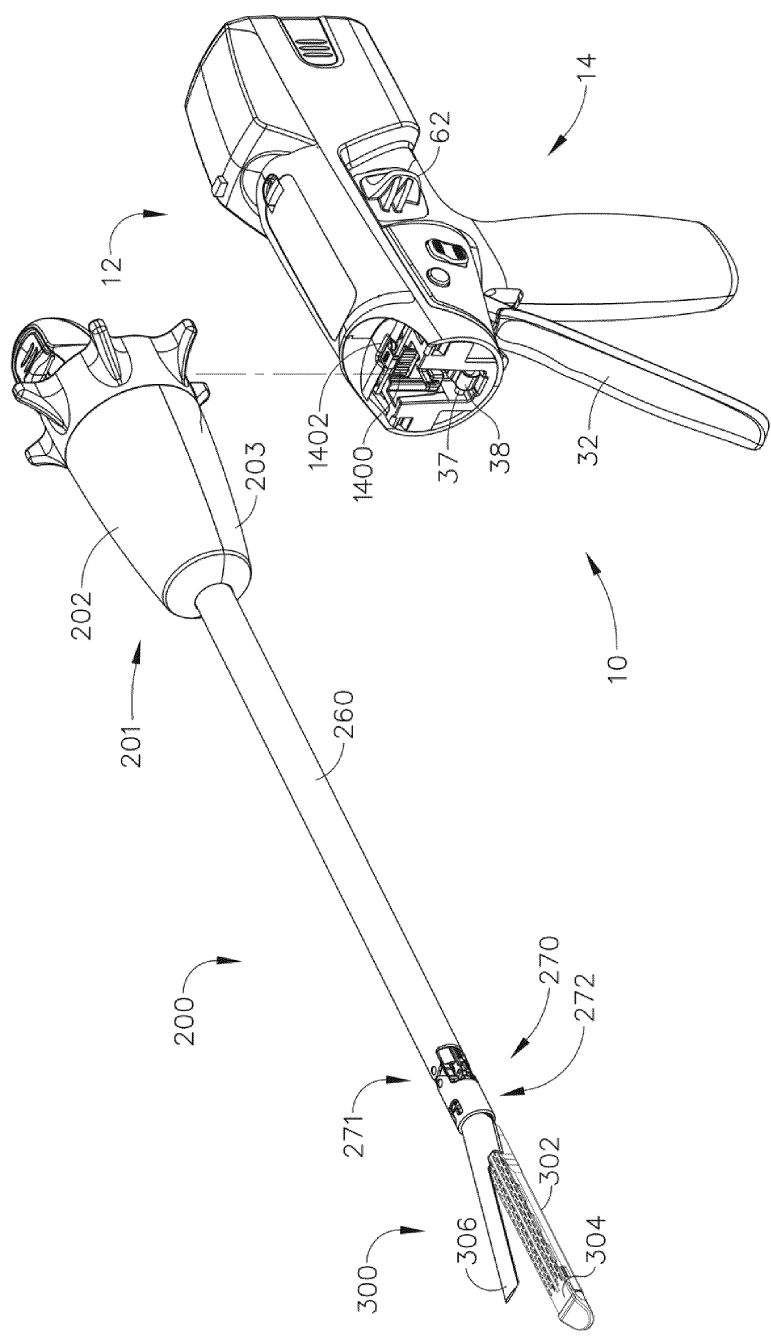
цепь с мостовым управлением, содержащую переключающие устройства; и

электрическую цепь, электрически соединенную с цепью с мостовым управлением, причем система управления выполнена с возможностью управления электрическим двигателем, на основании тока, измеренного в электрической цепи.



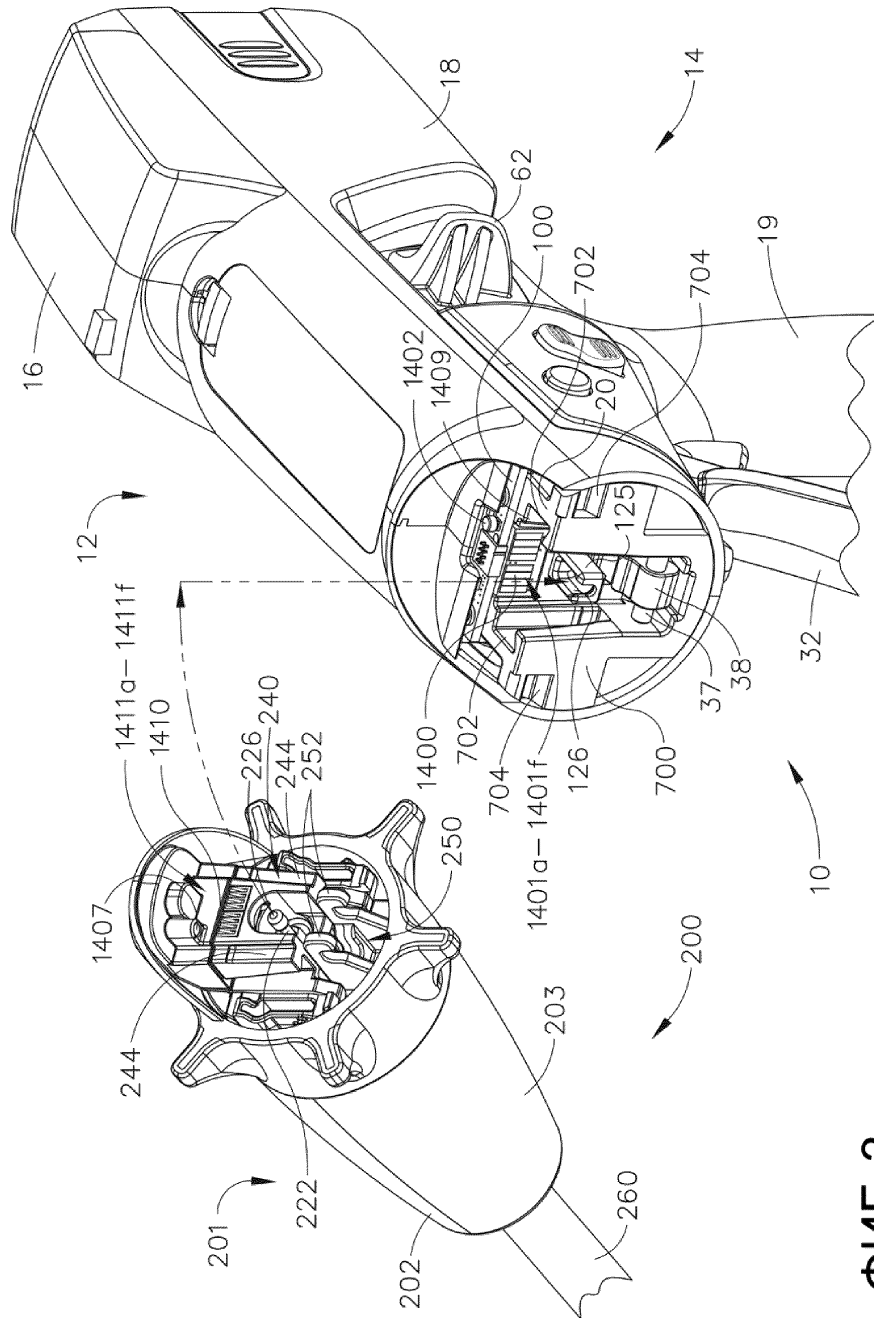
Φιν. 1

2/36



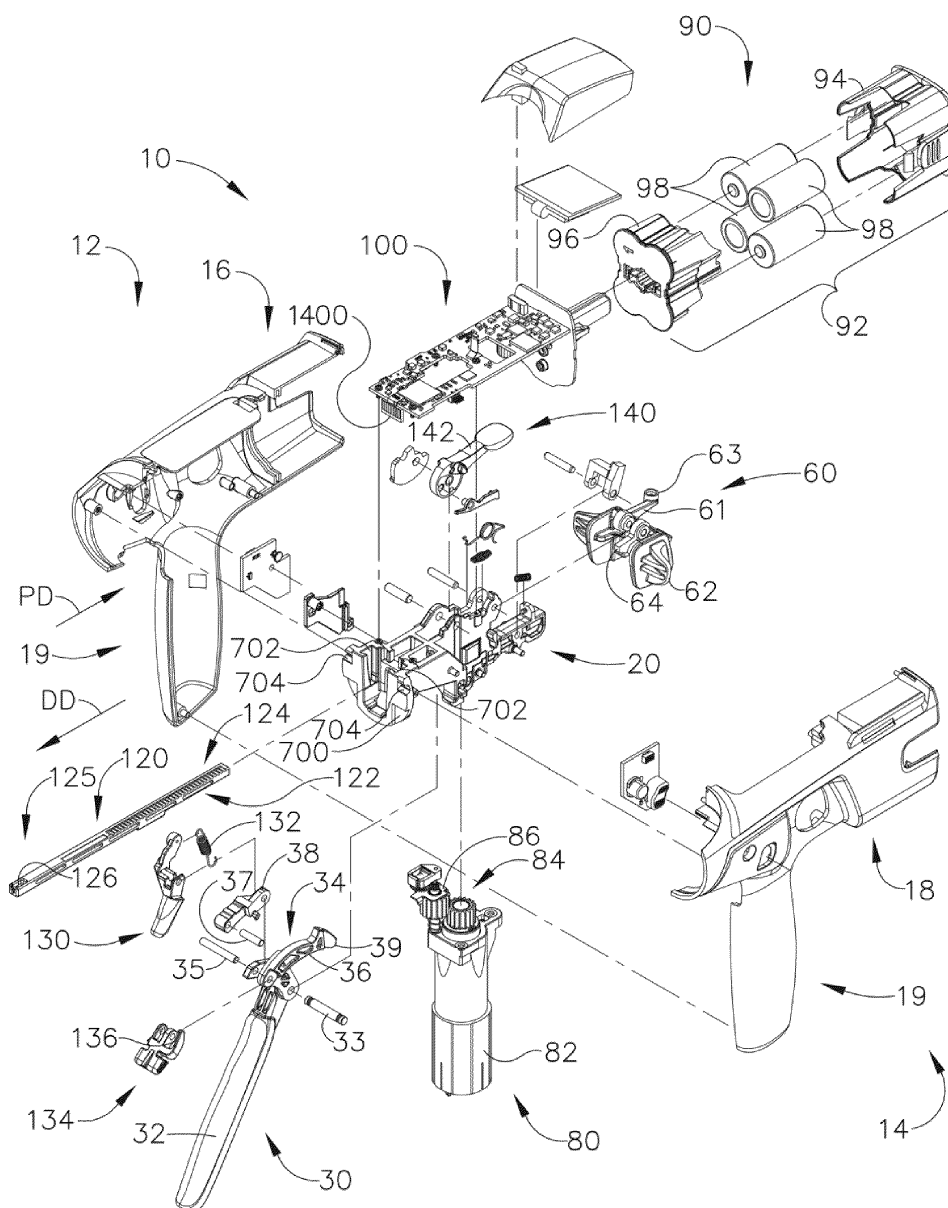
ФИГ. 2

3/36

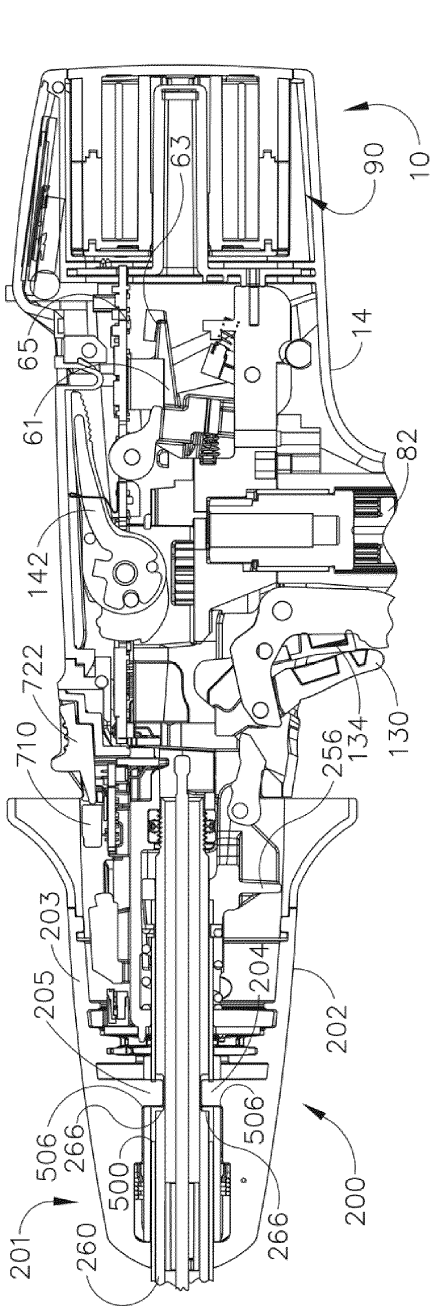


Φιν. 3

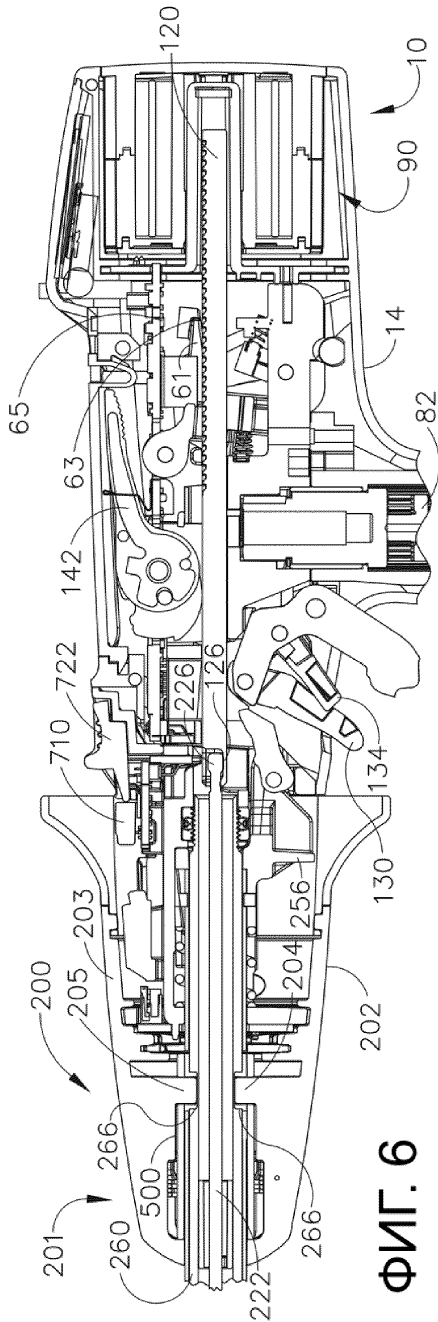
4/36



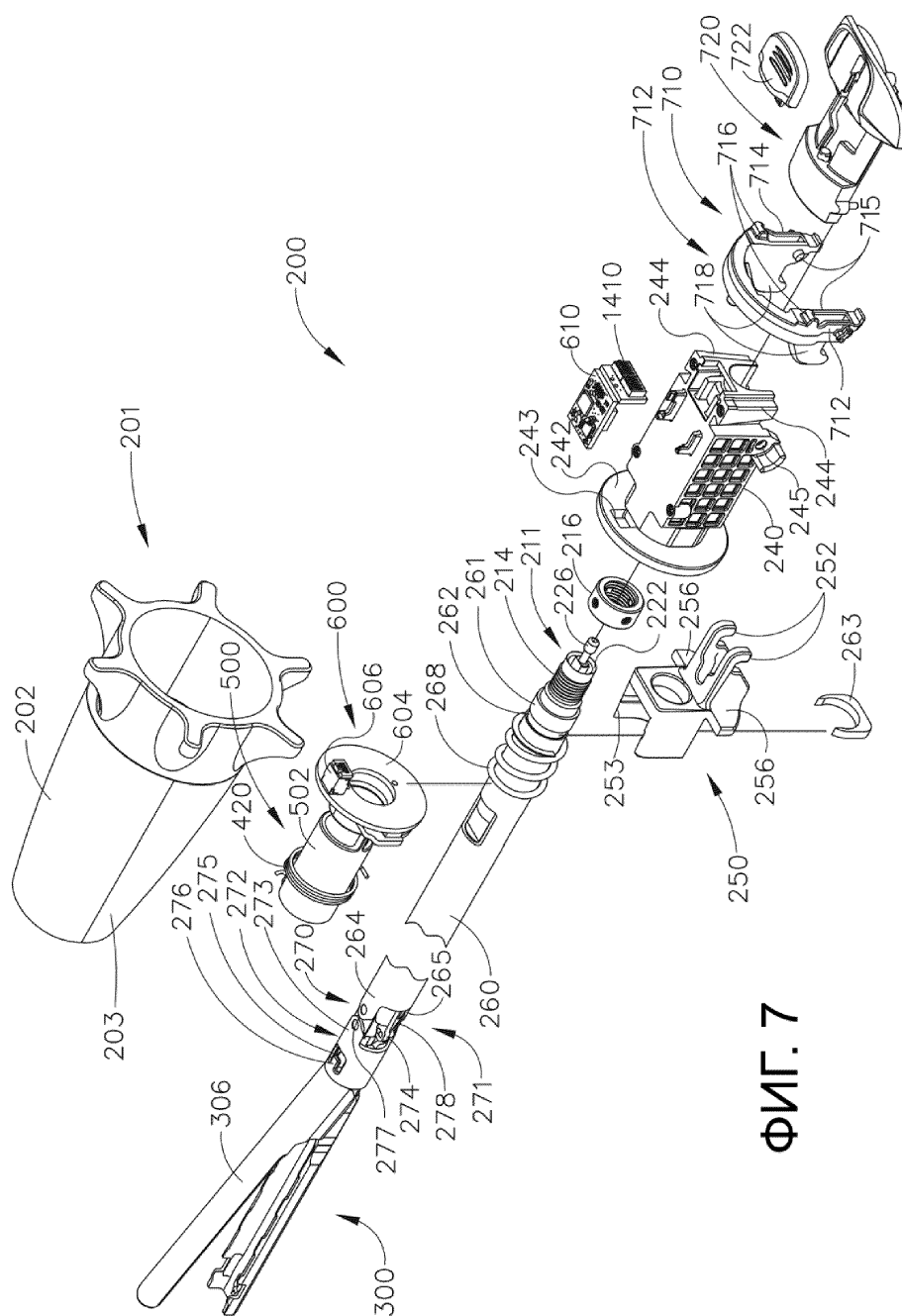
ФИГ. 4



ФИГ. 5

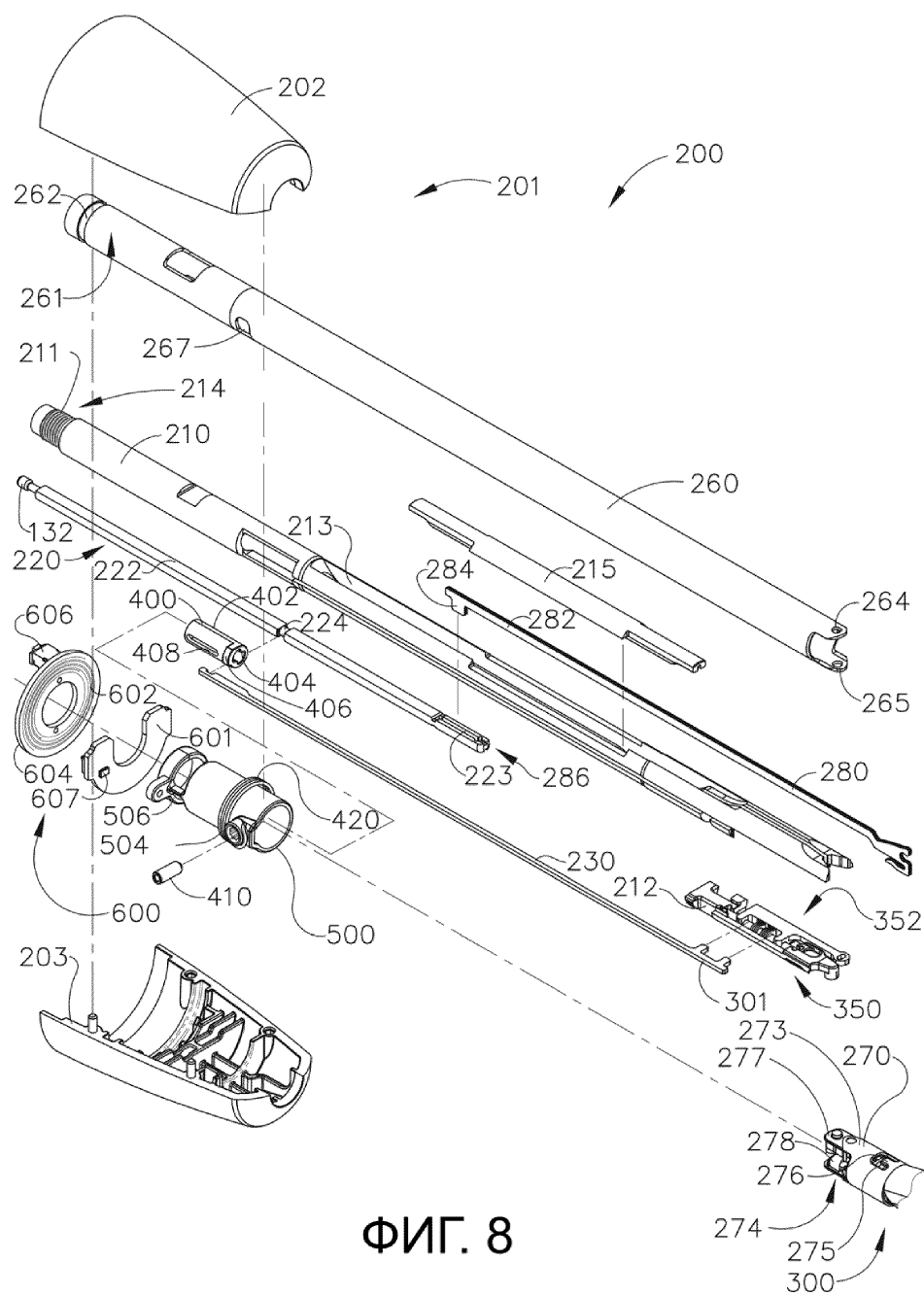


ФИГ. 6

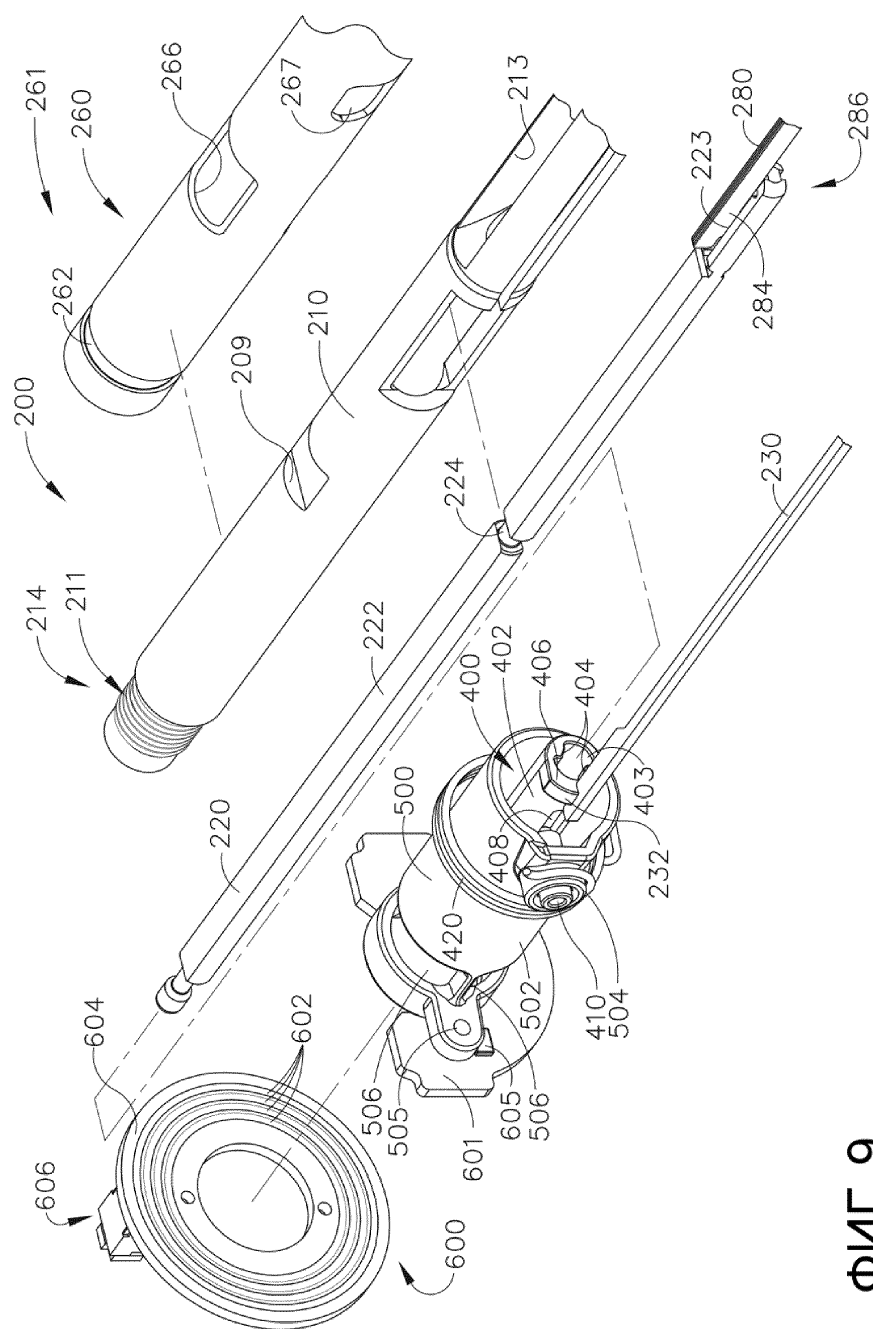


ΦΙΓ. 7

7/36

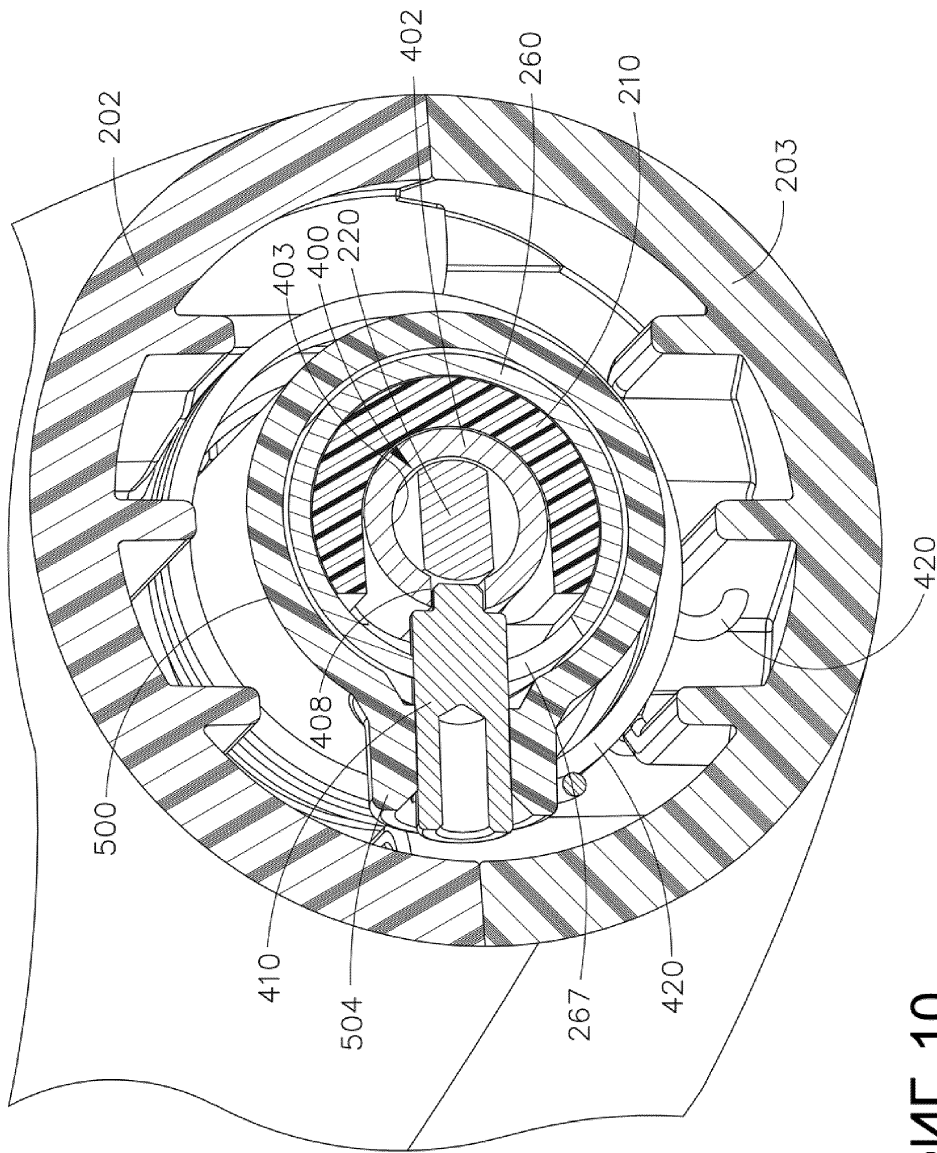


8/36



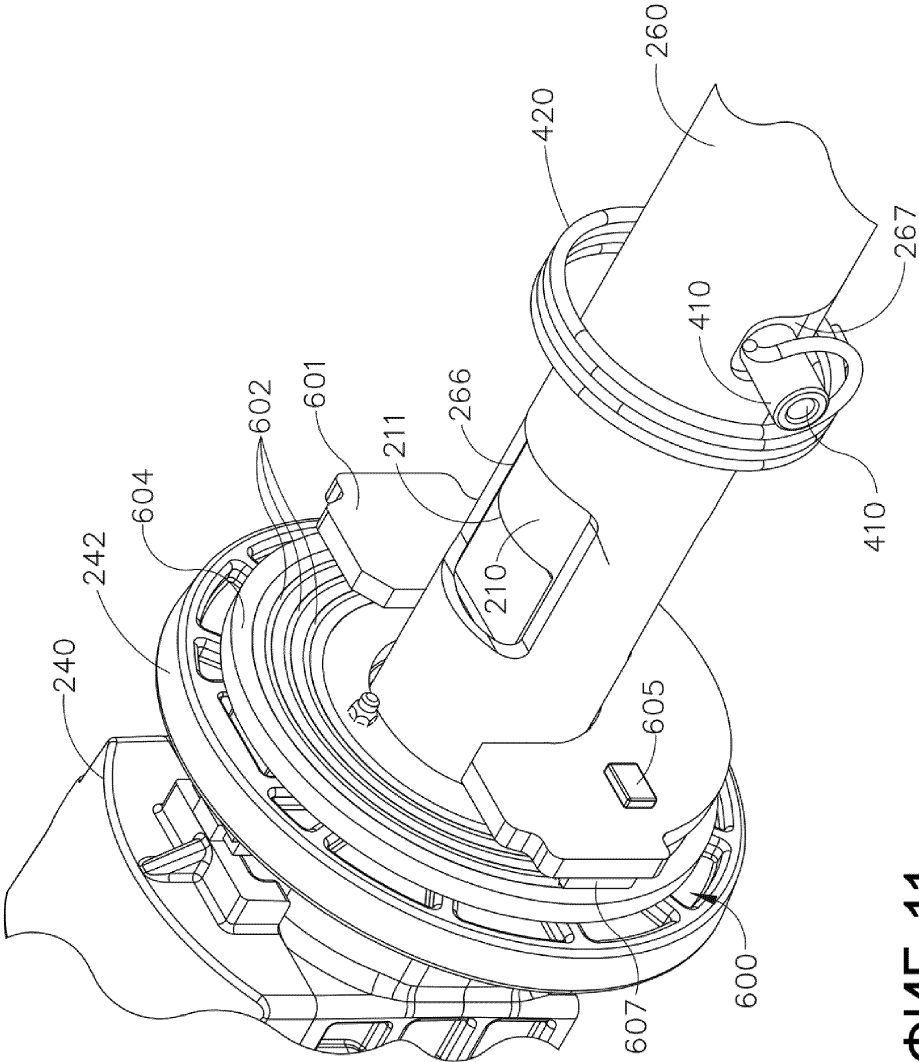
Φιν. 9

9/36



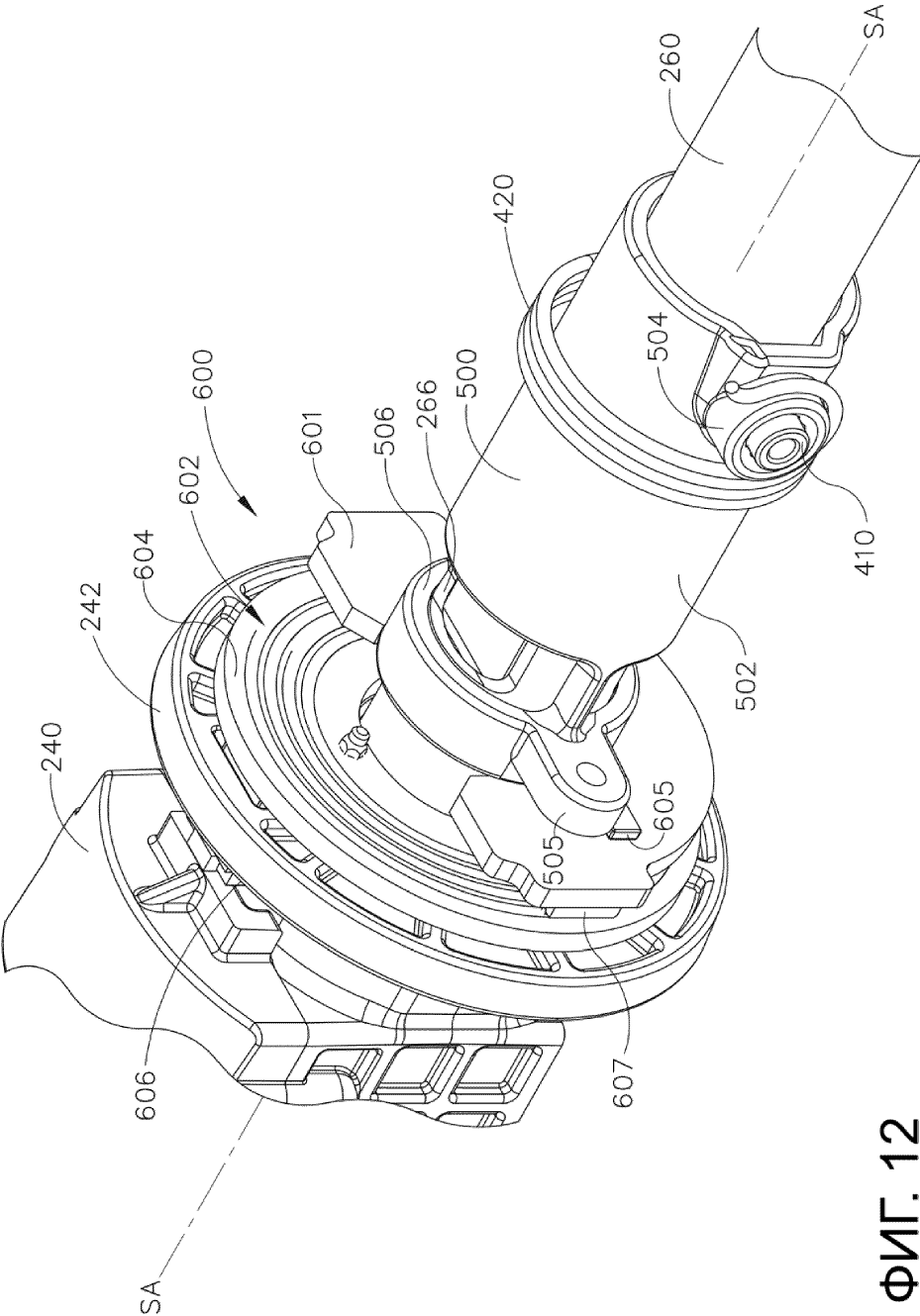
ФИГ. 10

10/36



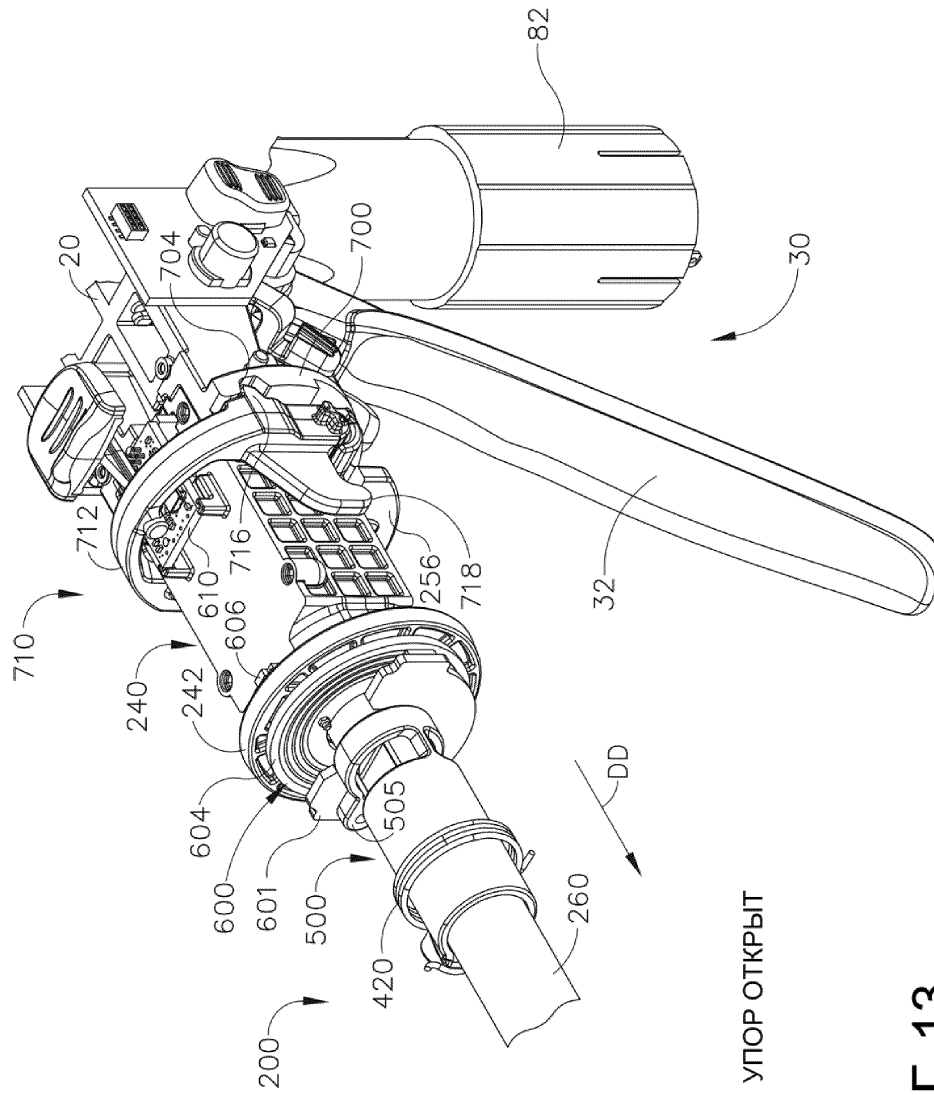
ФИГ. 11

11/36



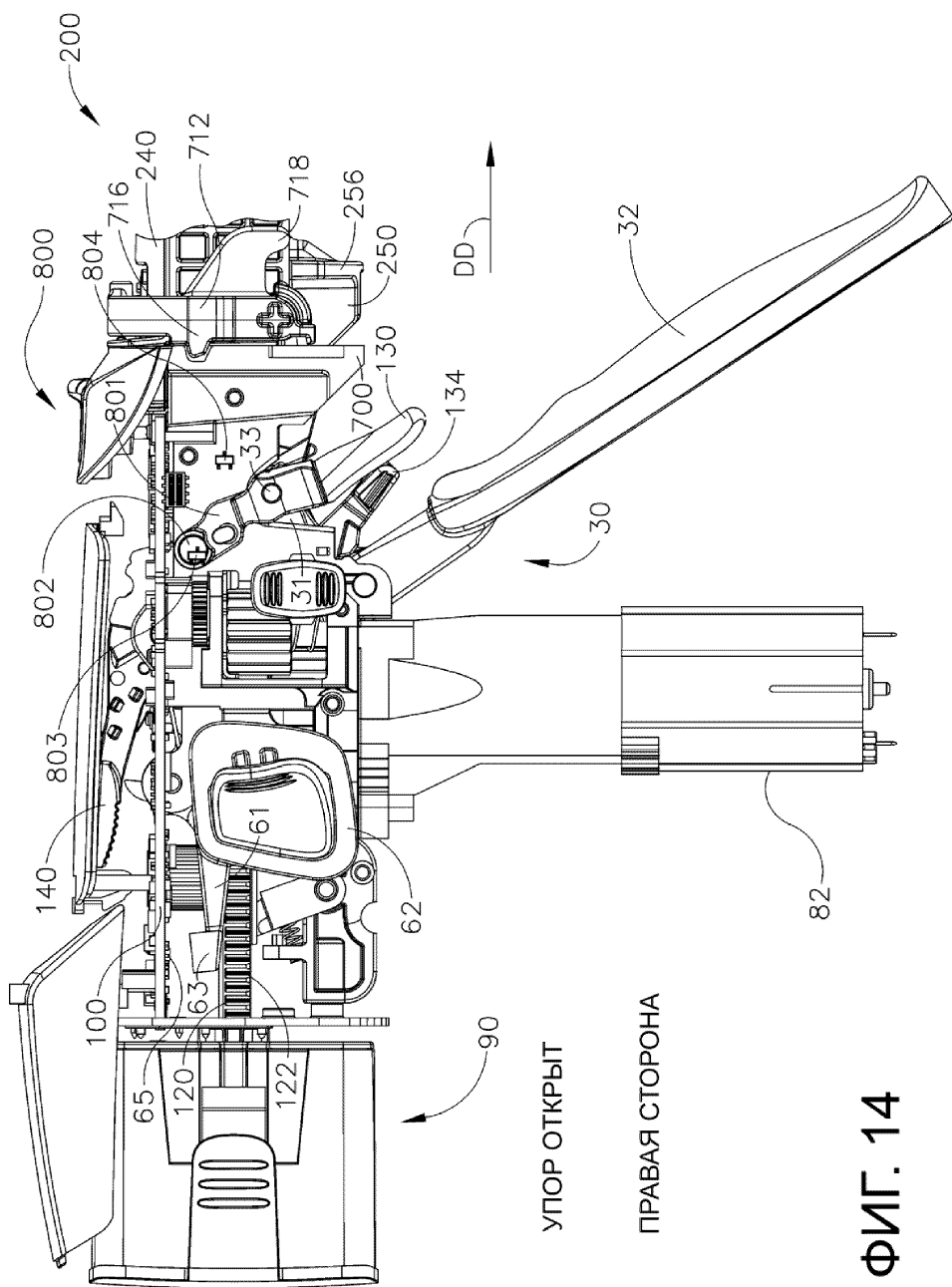
ФИГ. 12

12/36



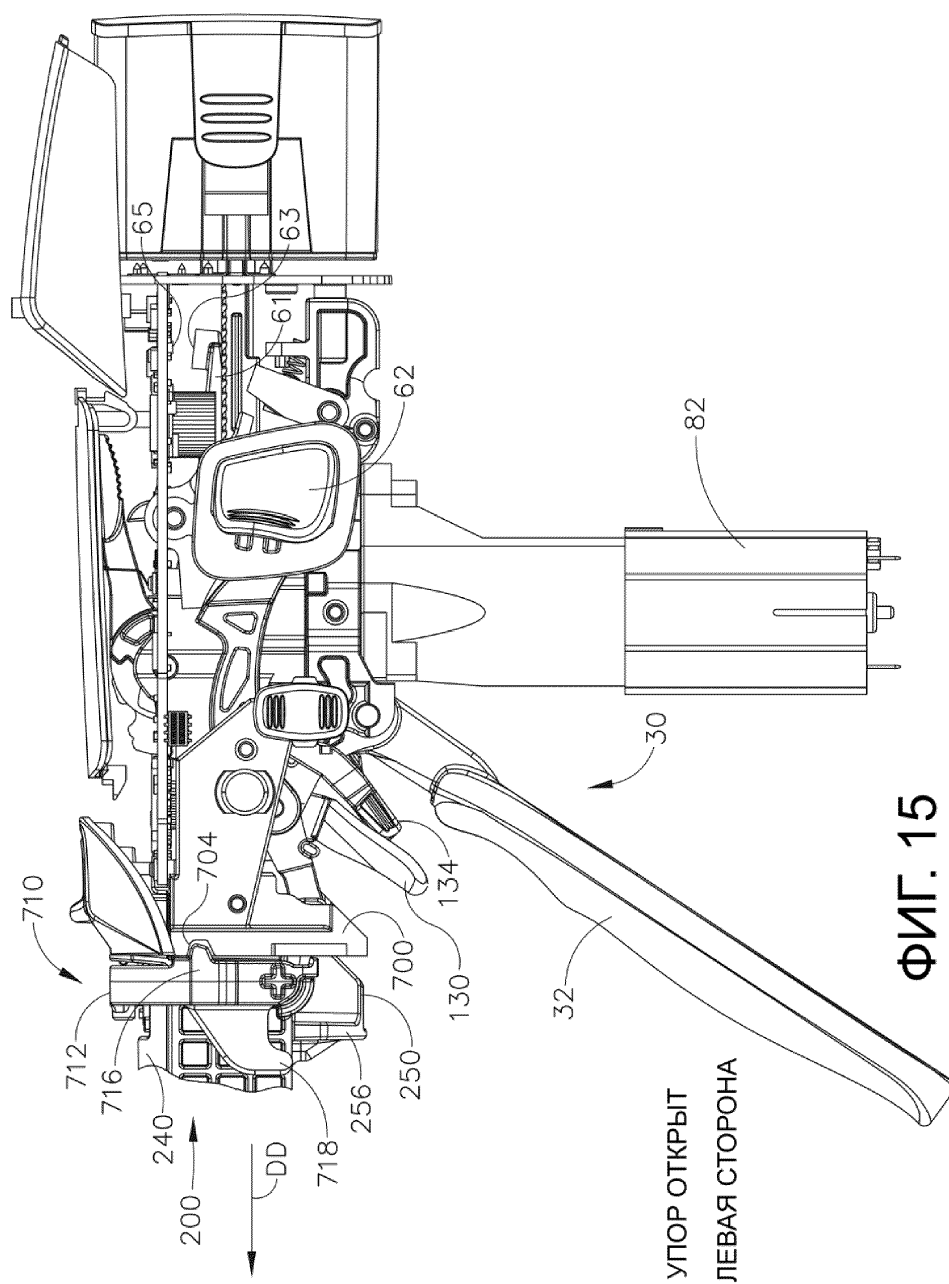
ΦΙΓ. 13

13/36

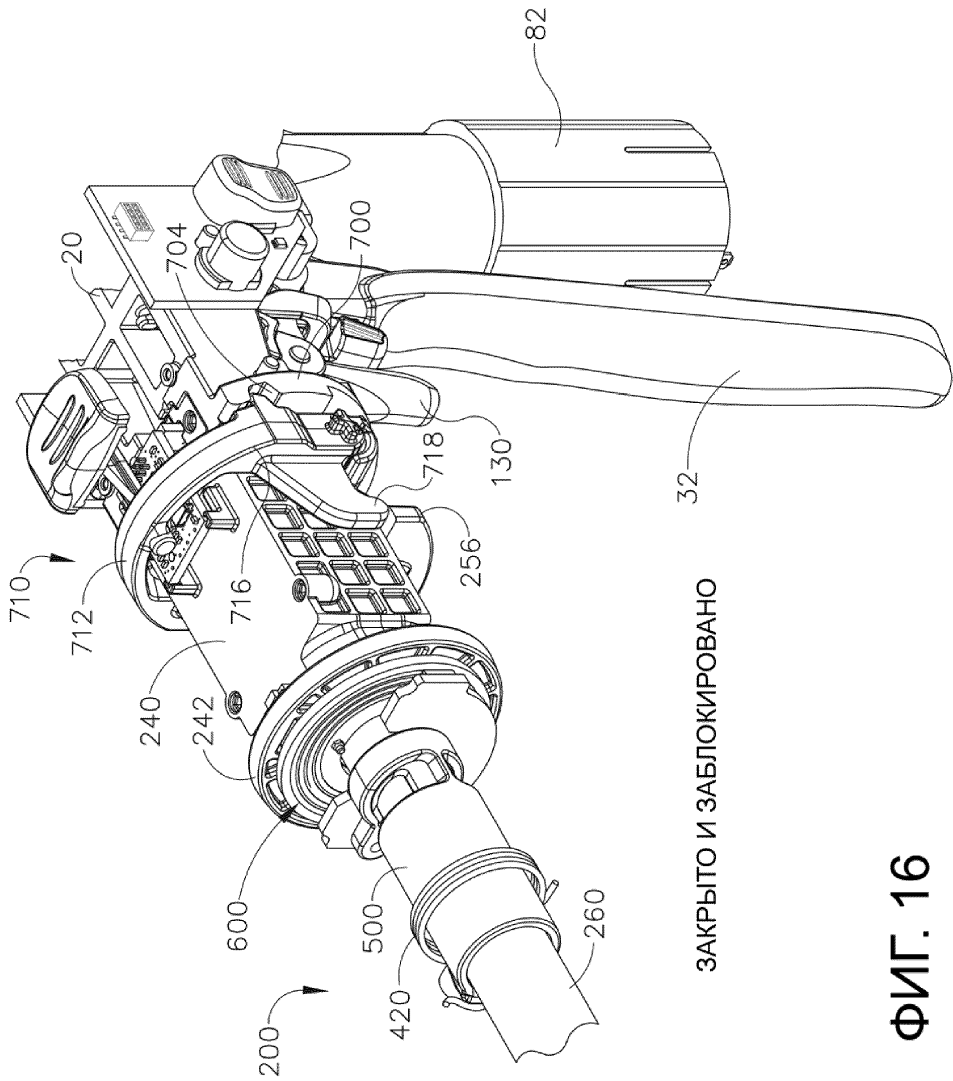


ФИГ. 14

14/36

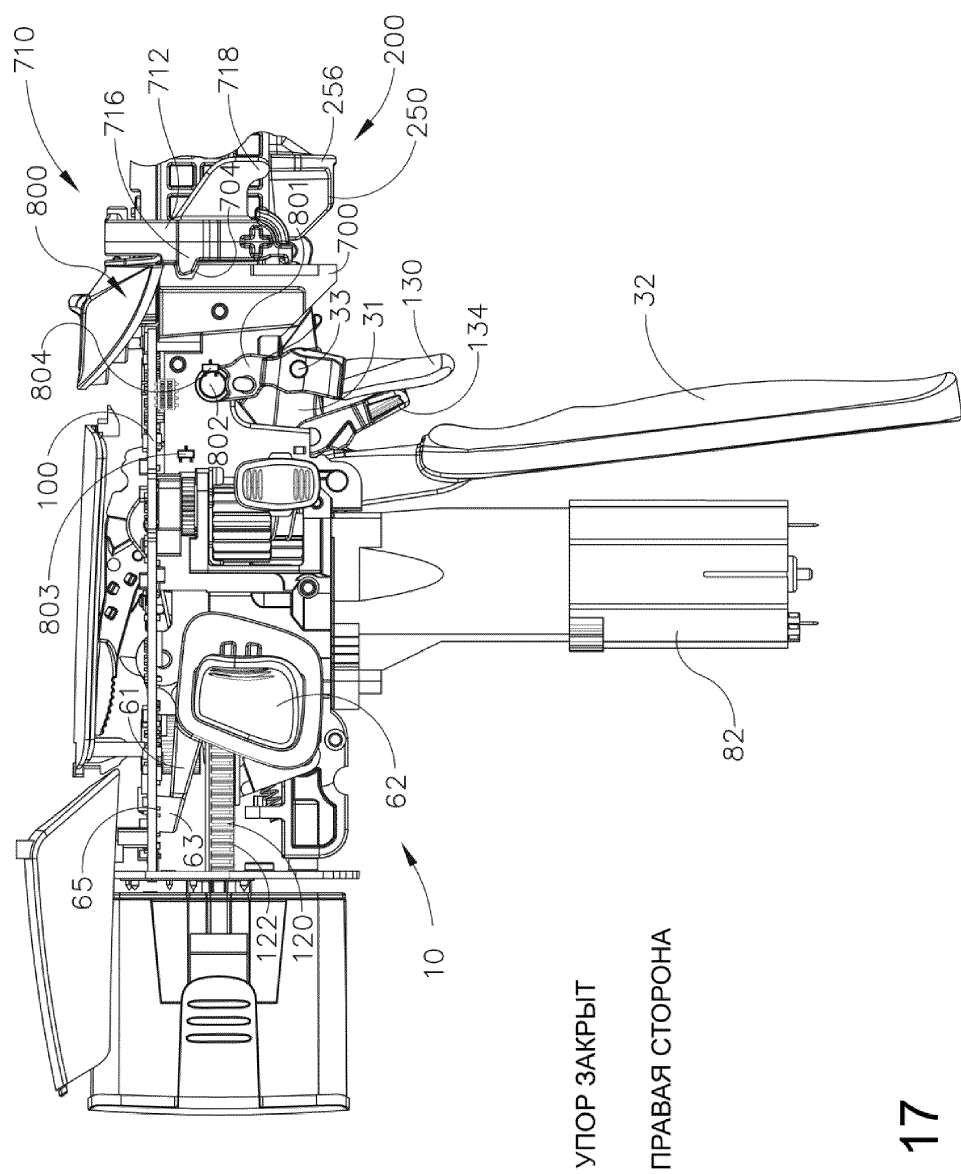


15/36



ФИГ. 16

16/36

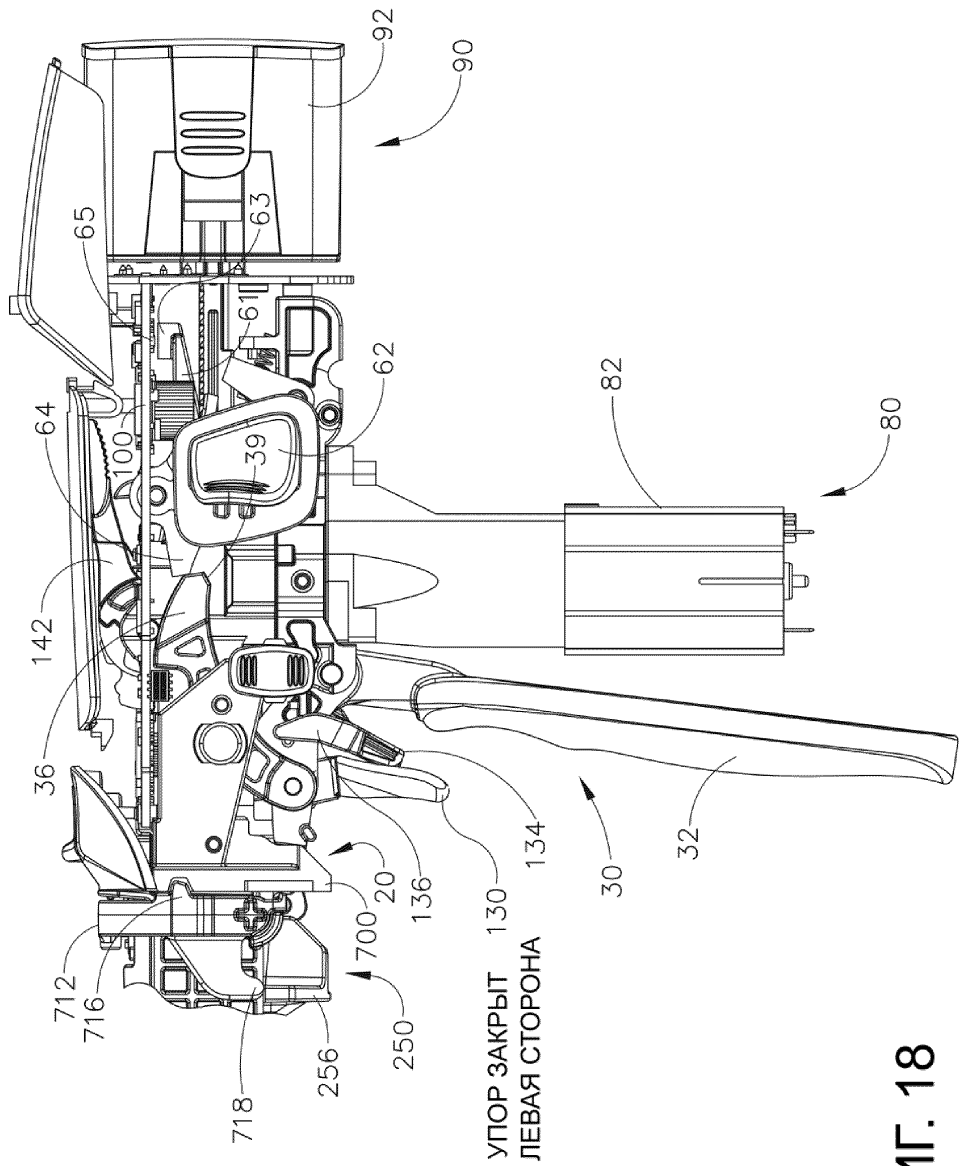


УПОР ЗАКРЫТ

ПРАВАЯ СТОРОНА

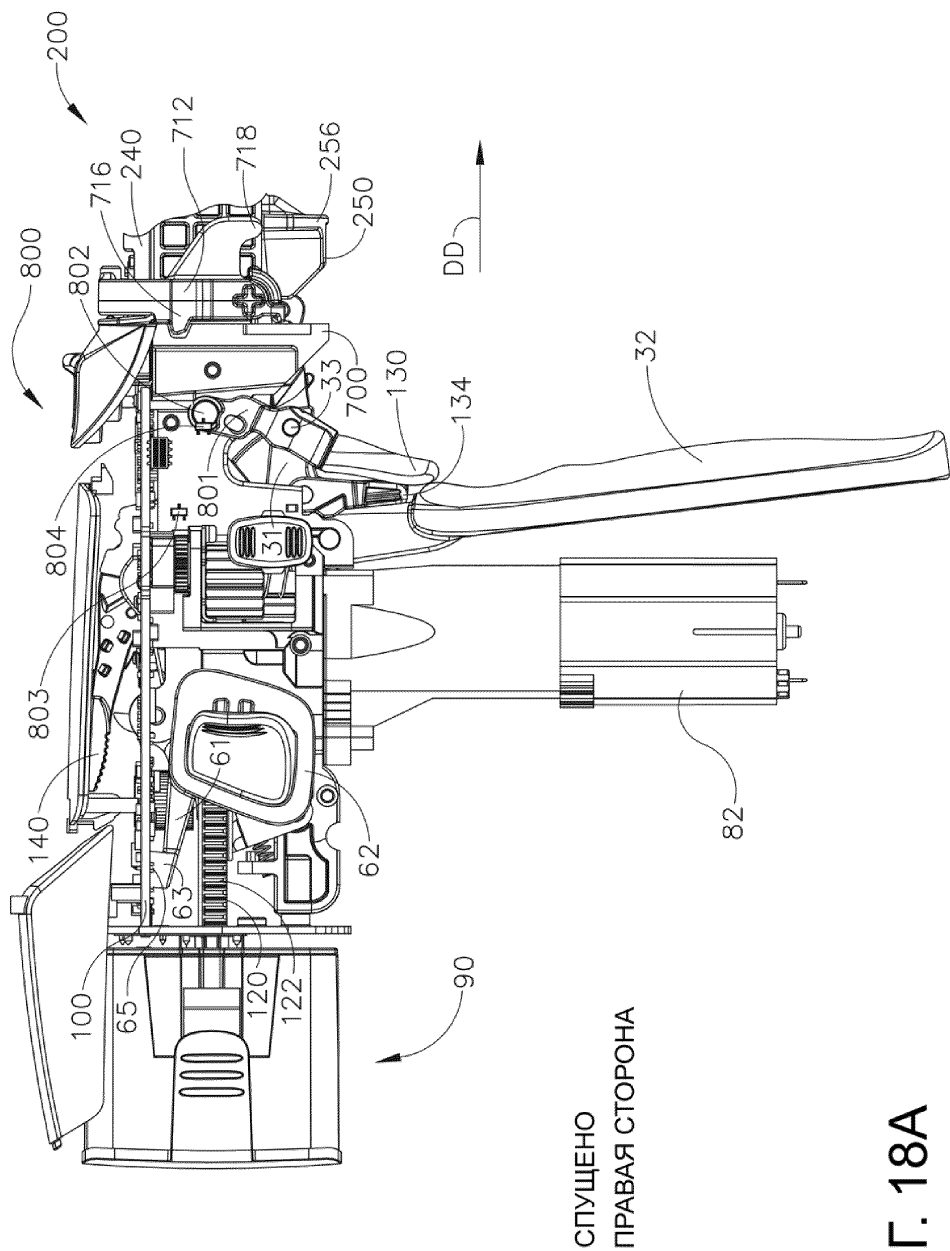
ФИГ. 17

17/36

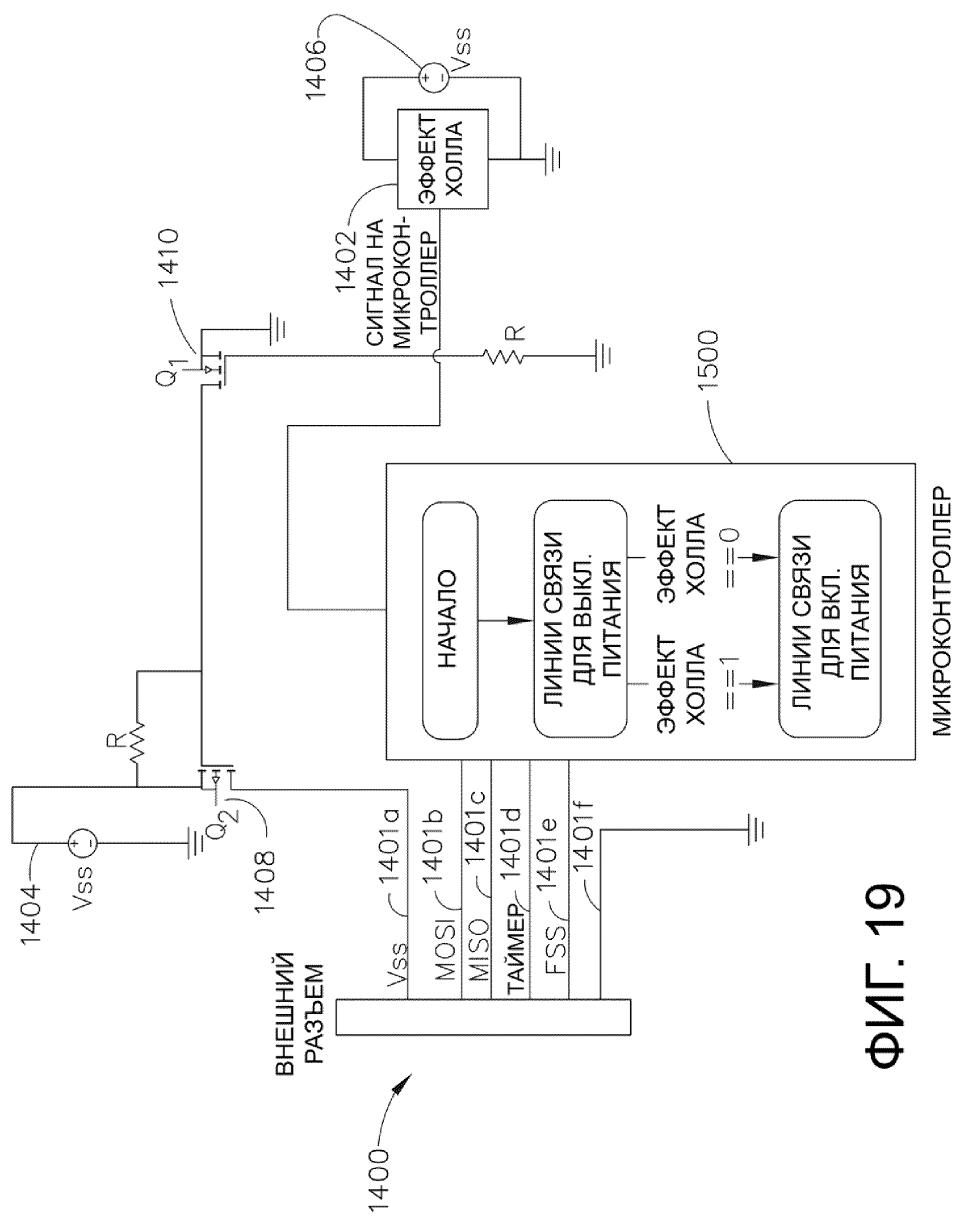


ФИГ. 18

18/36

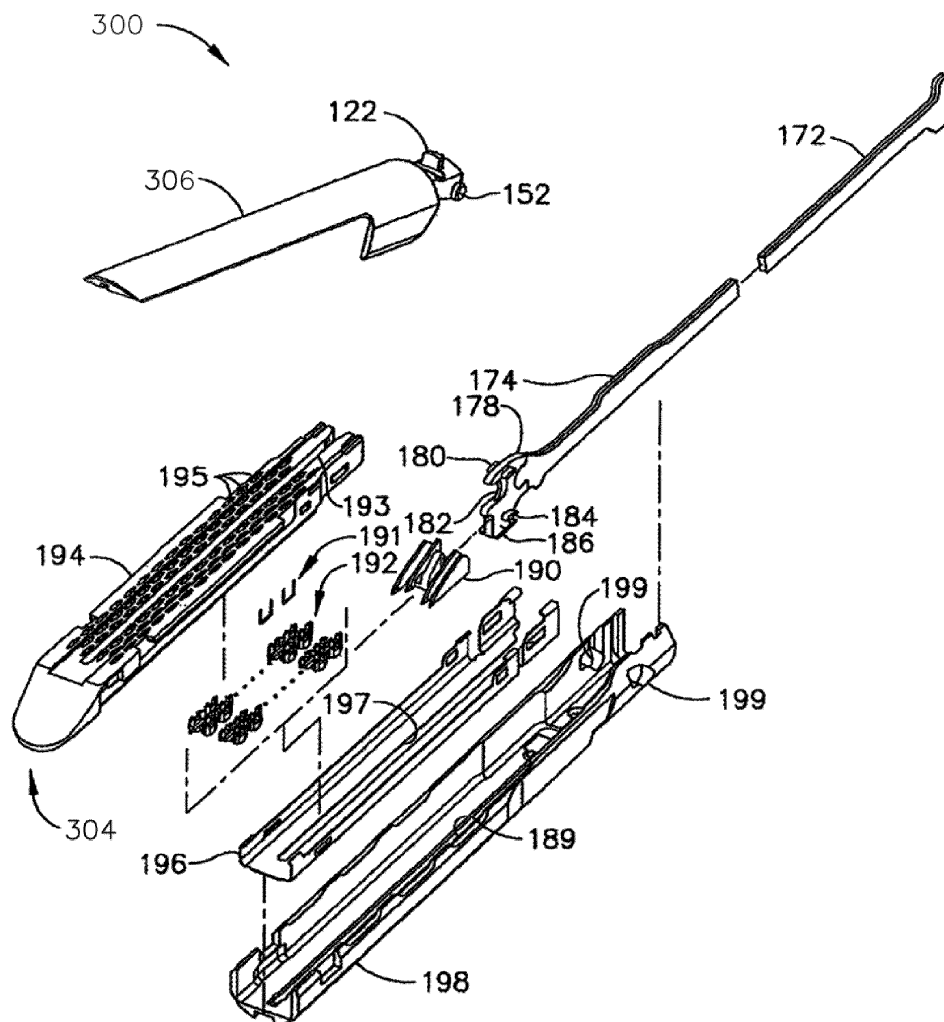


19/36



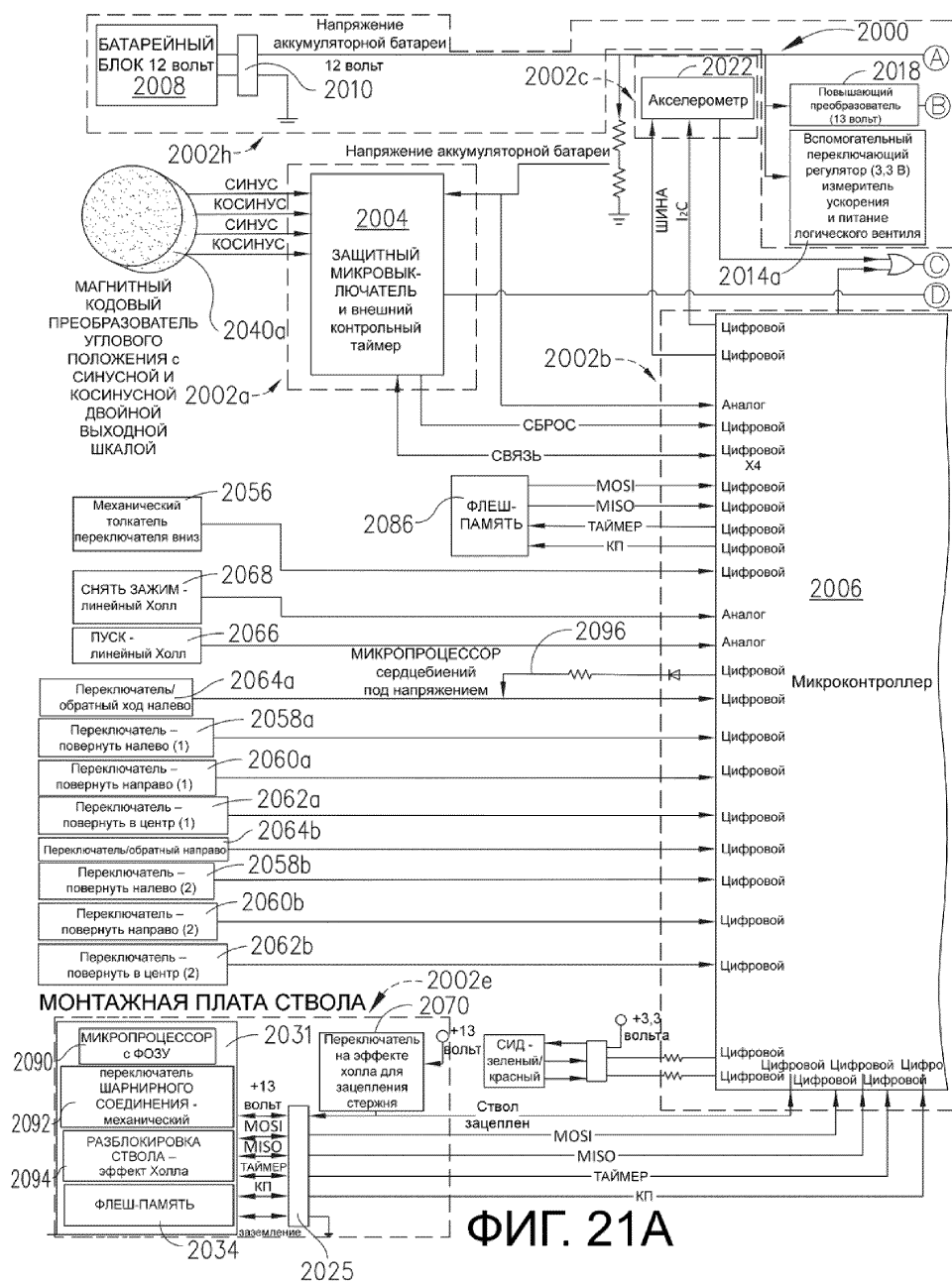
ΦΙΓ. 19

20/36



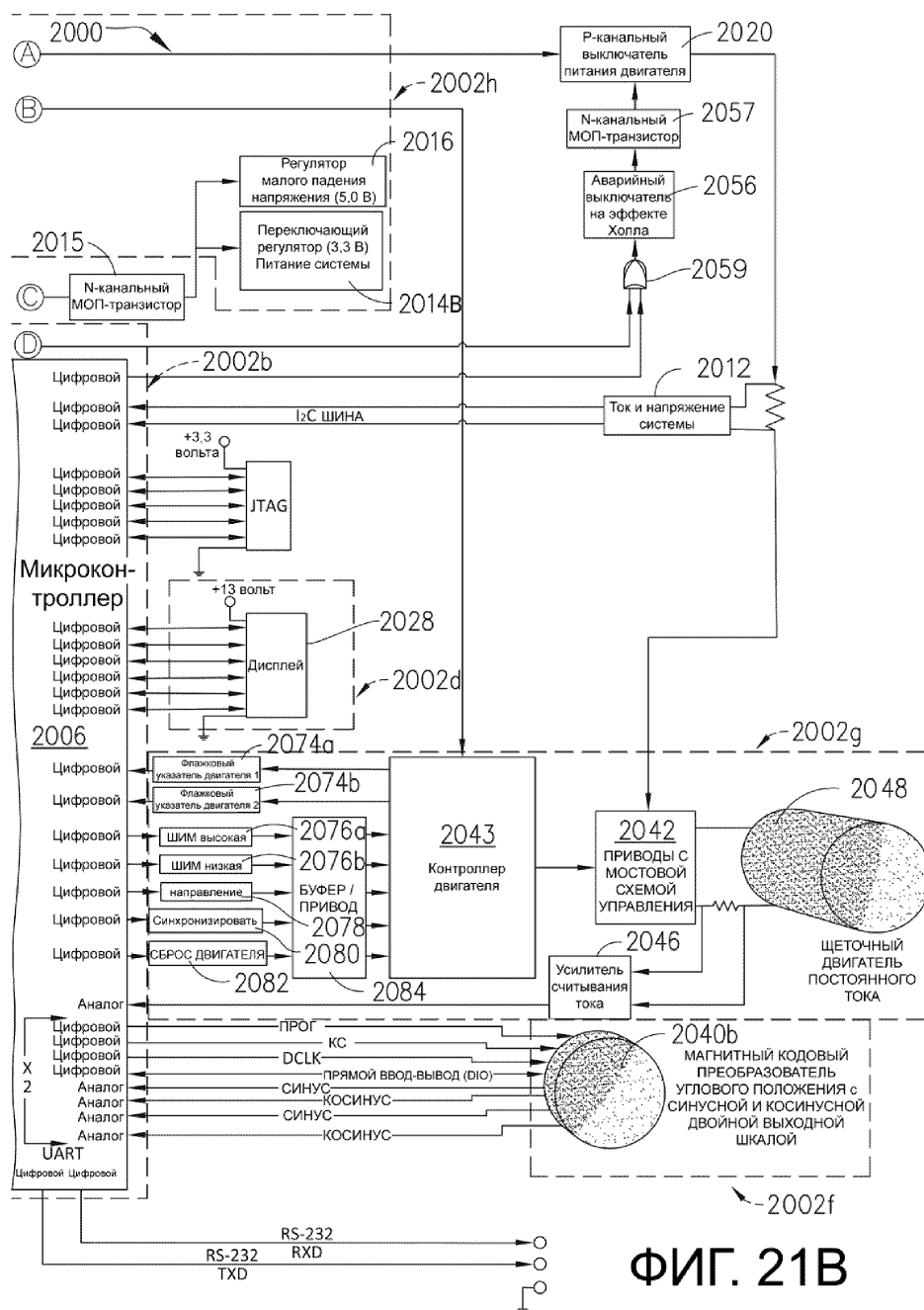
ФИГ. 20

21/36

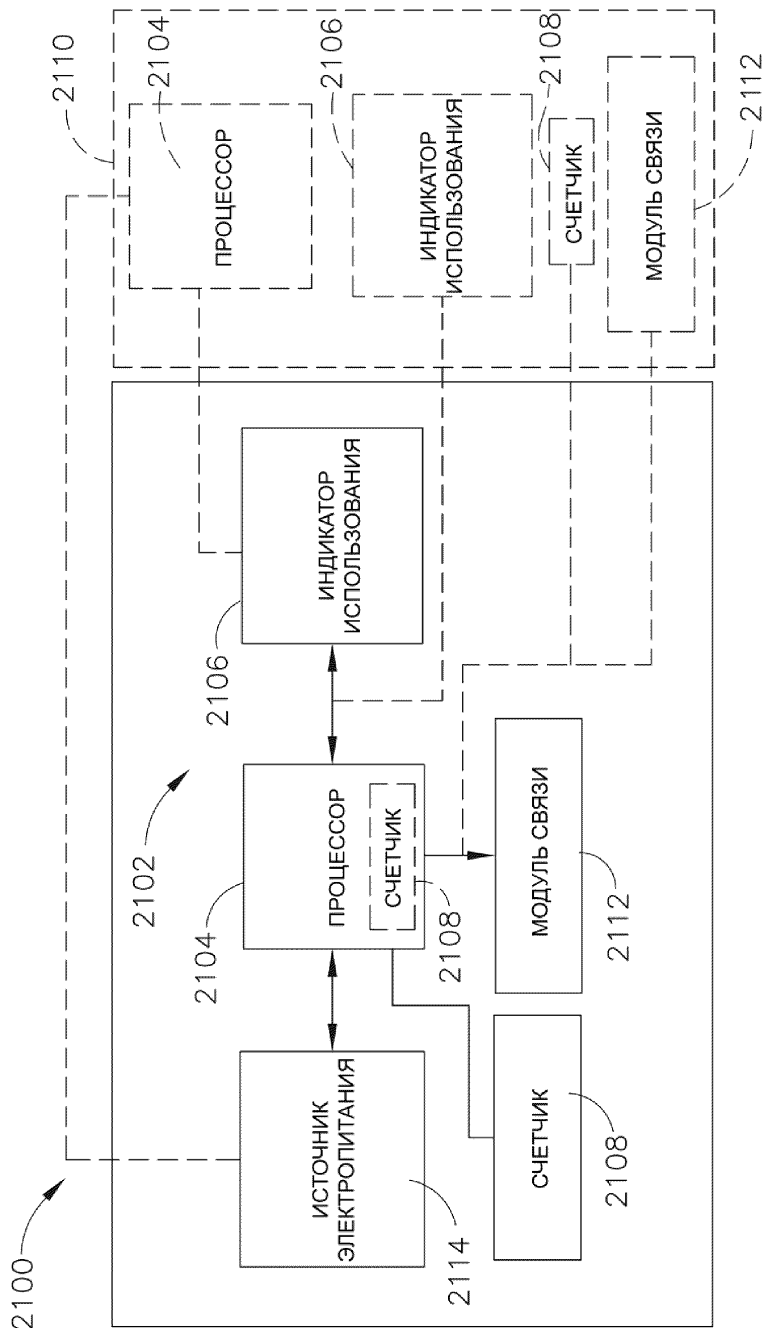


ФИГ. 21А

22/36

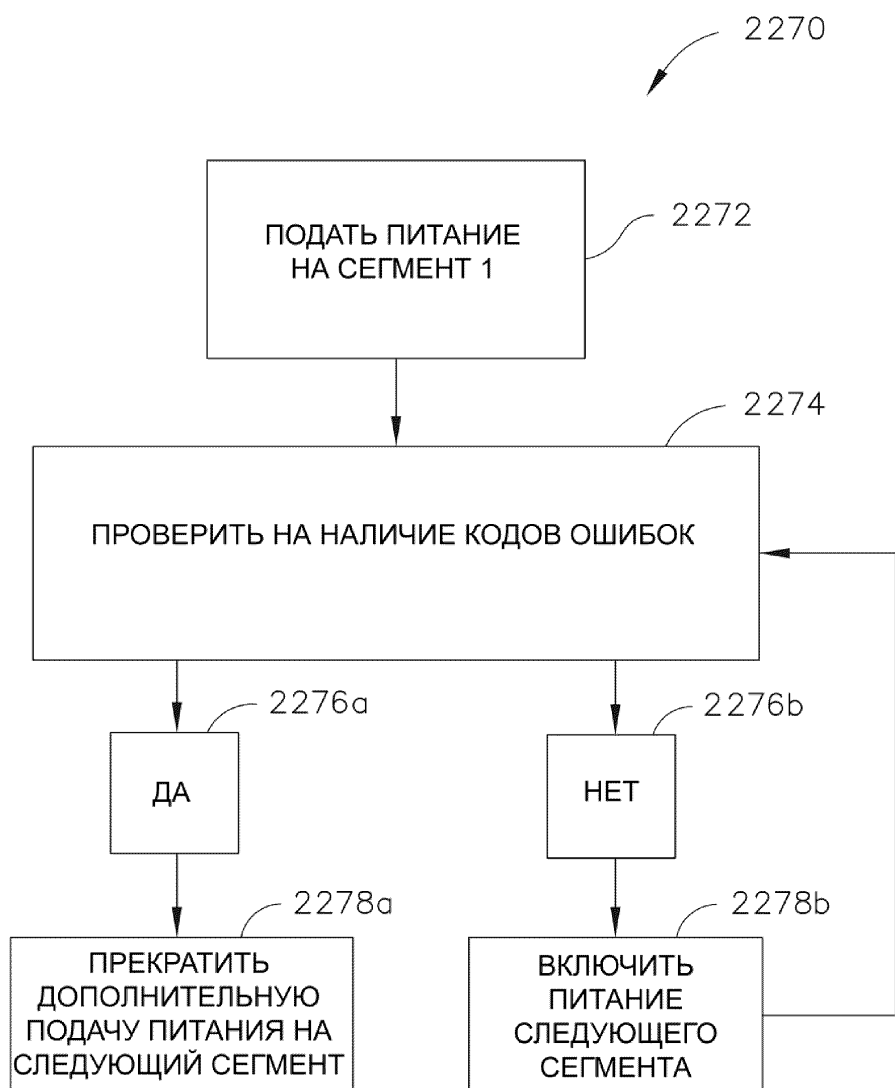


ФИГ. 21В

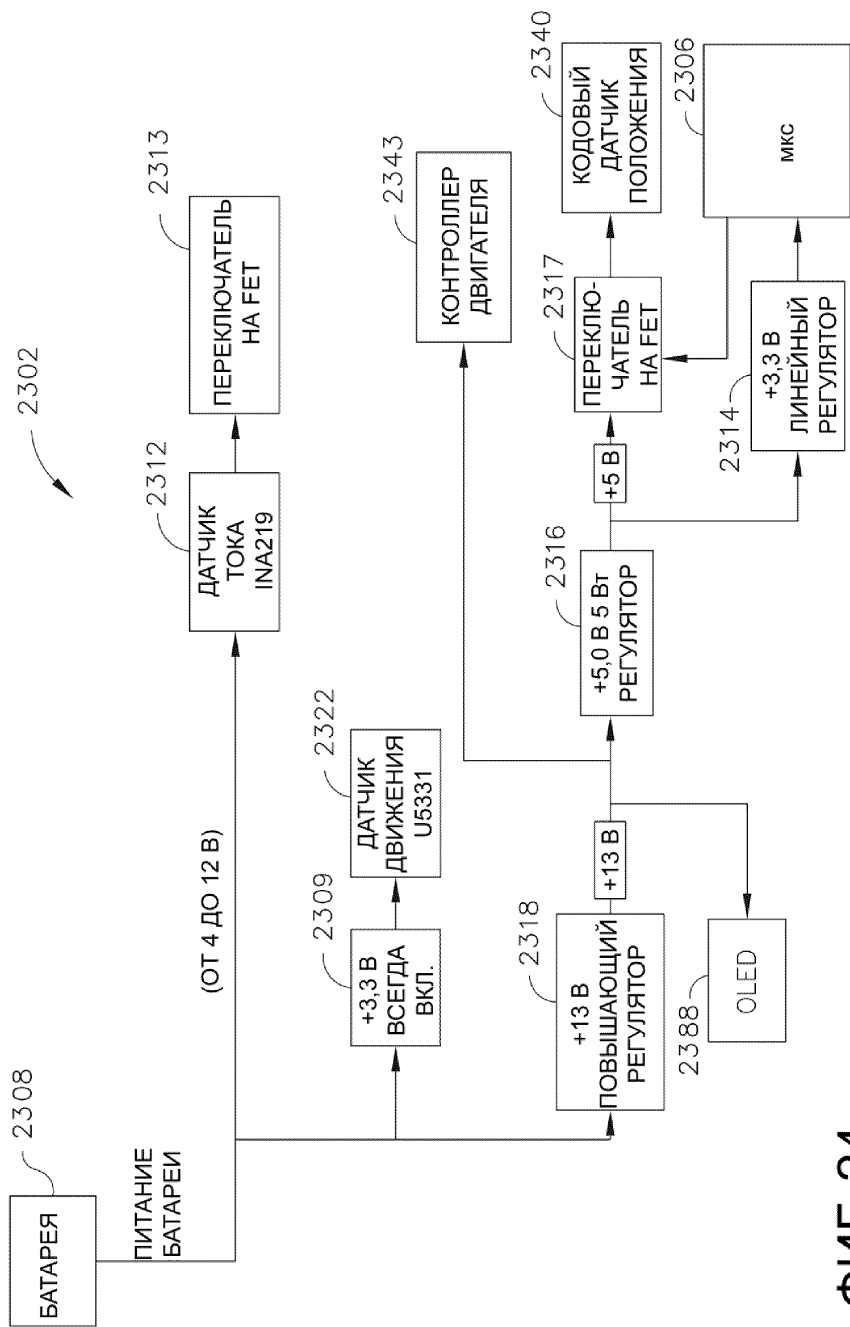


ФИГ. 22

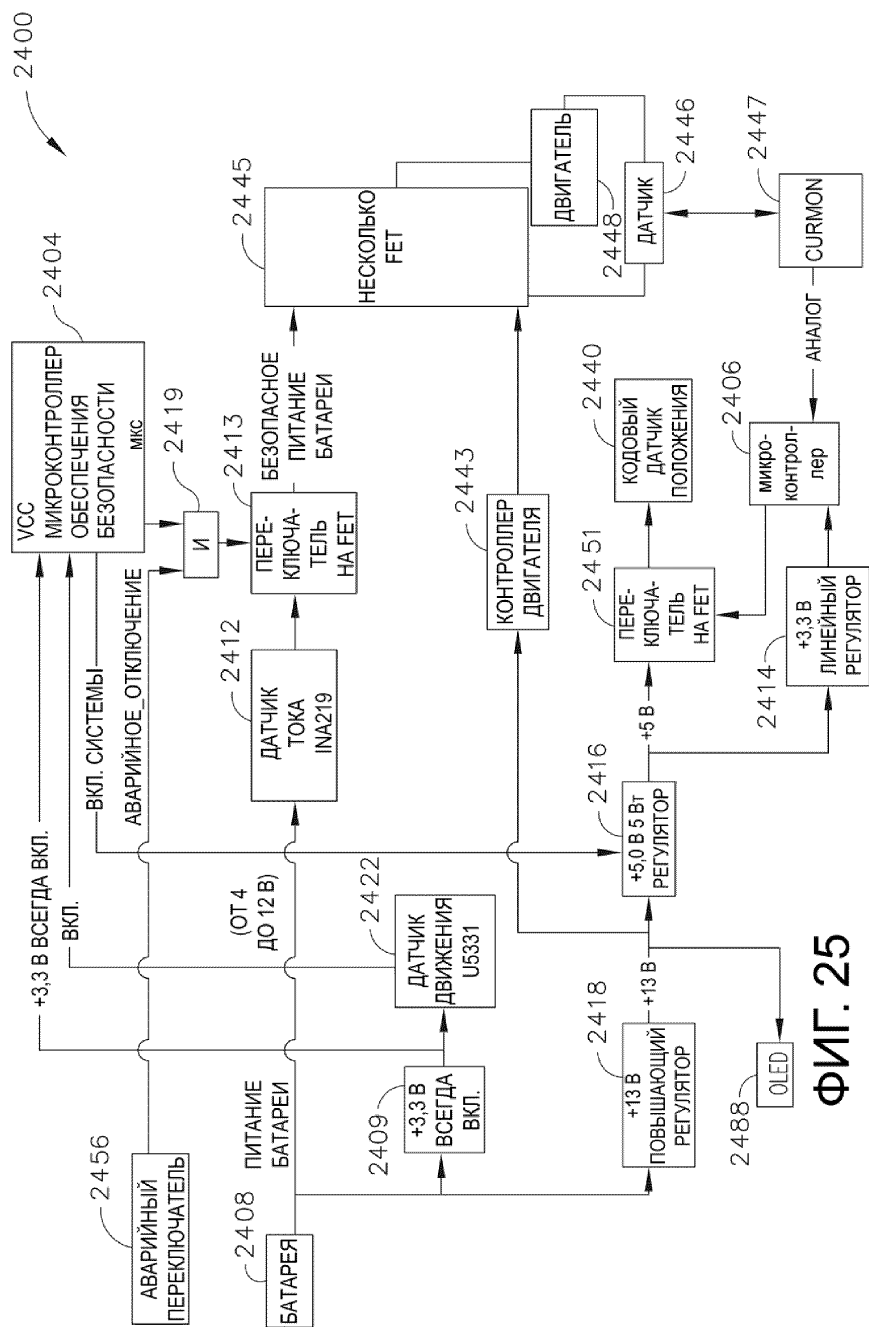
24/36



ФИГ. 23

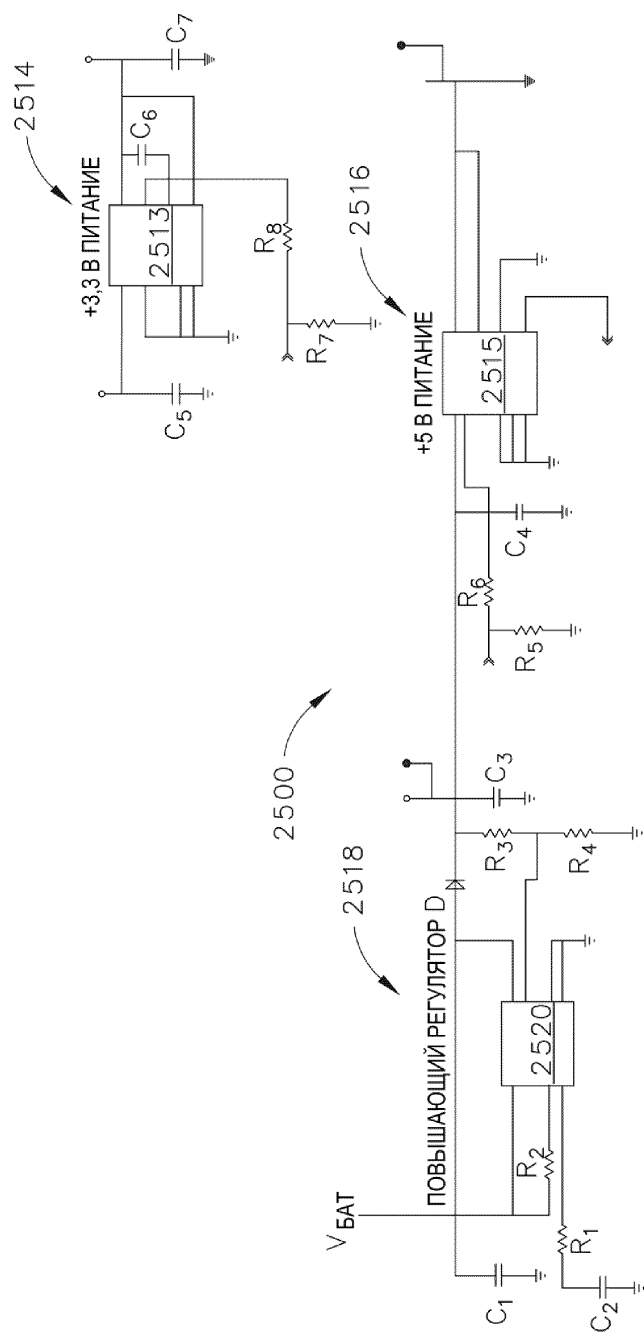


ФИГ. 24



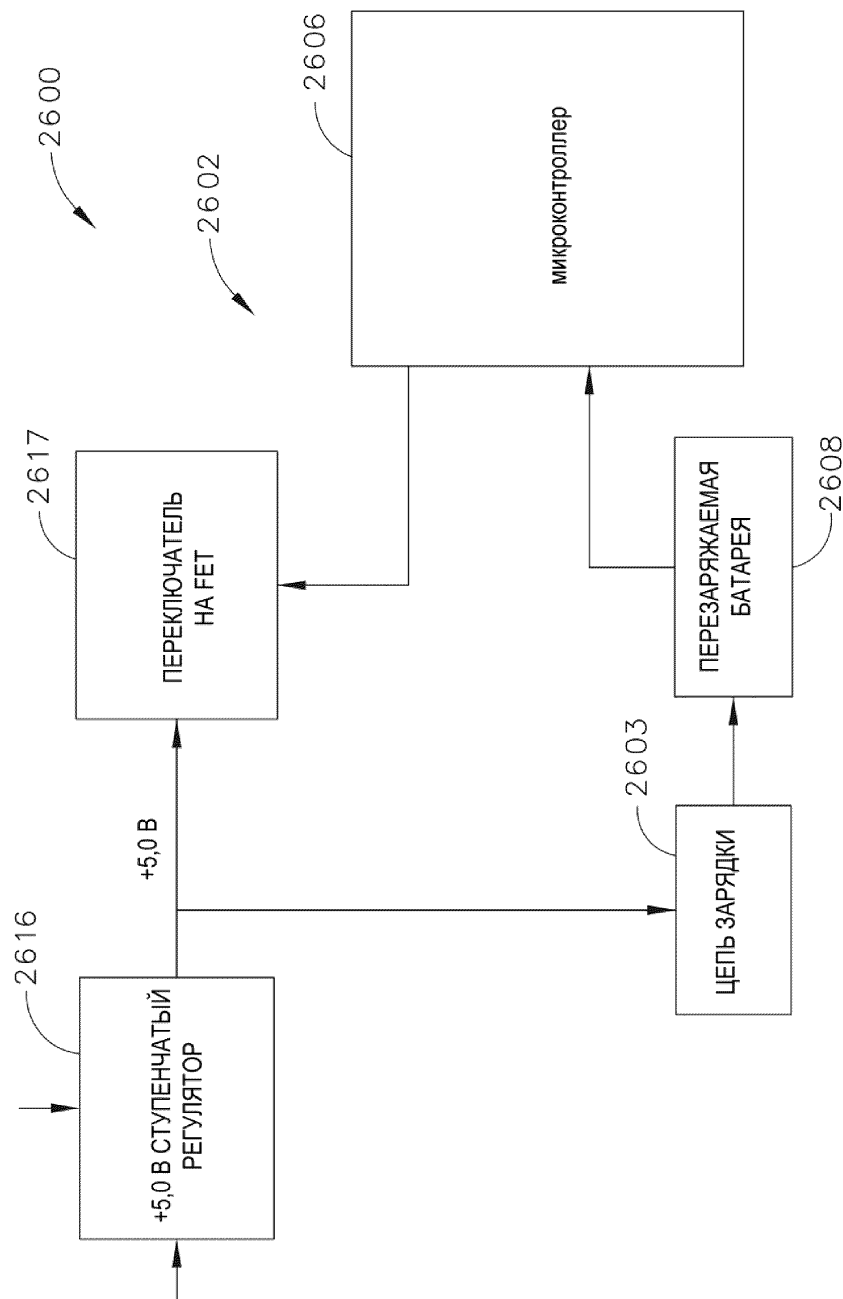
ФИГ. 25

27/36



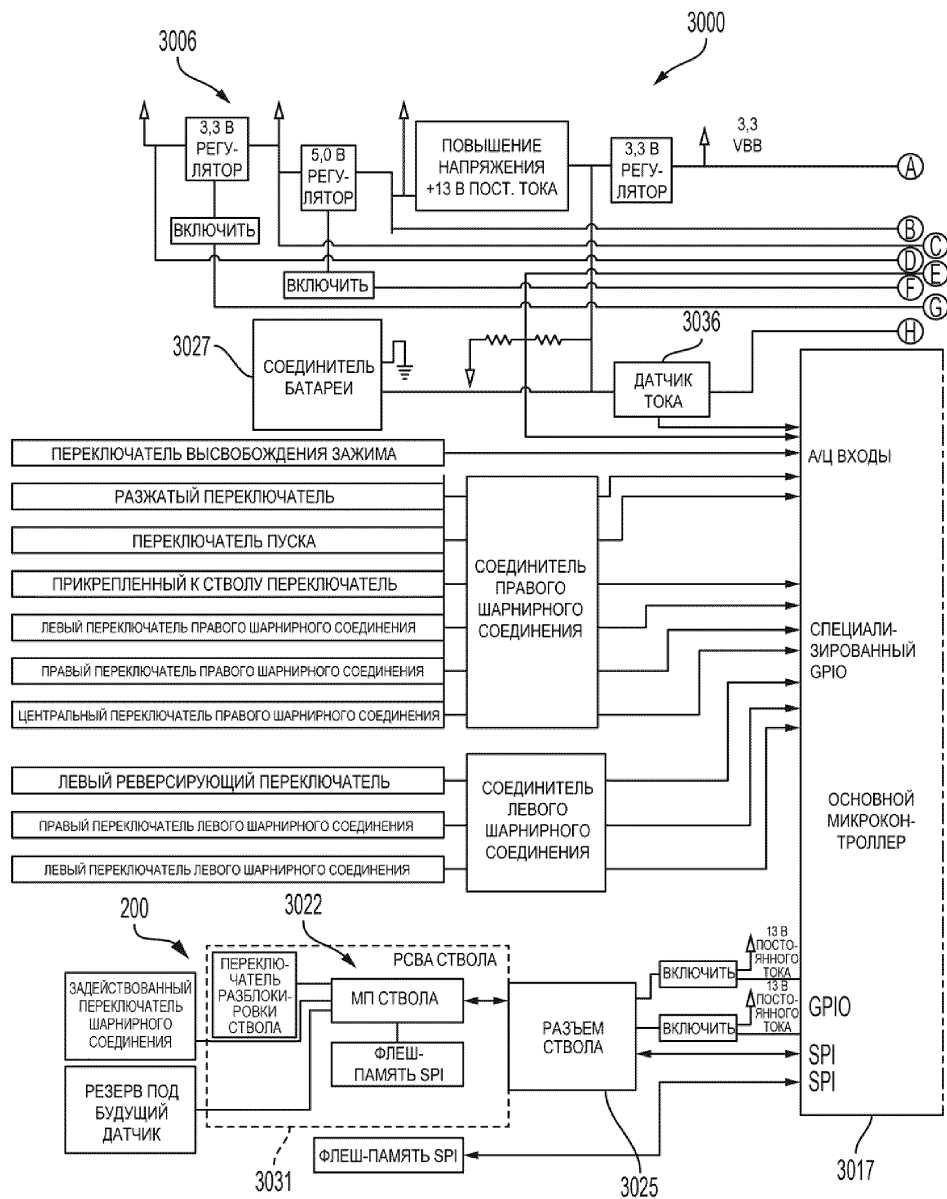
ФИГ. 26

28/36



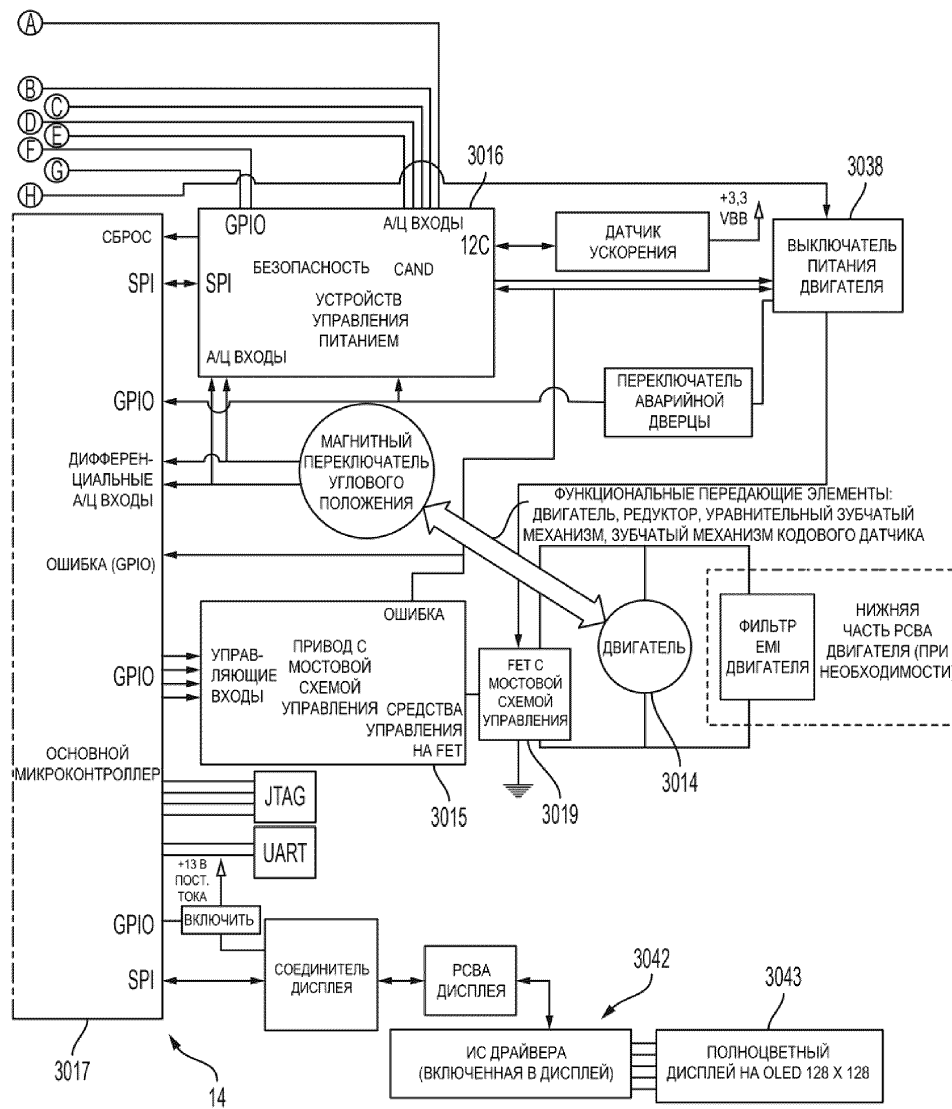
ФИГ. 27

29/36

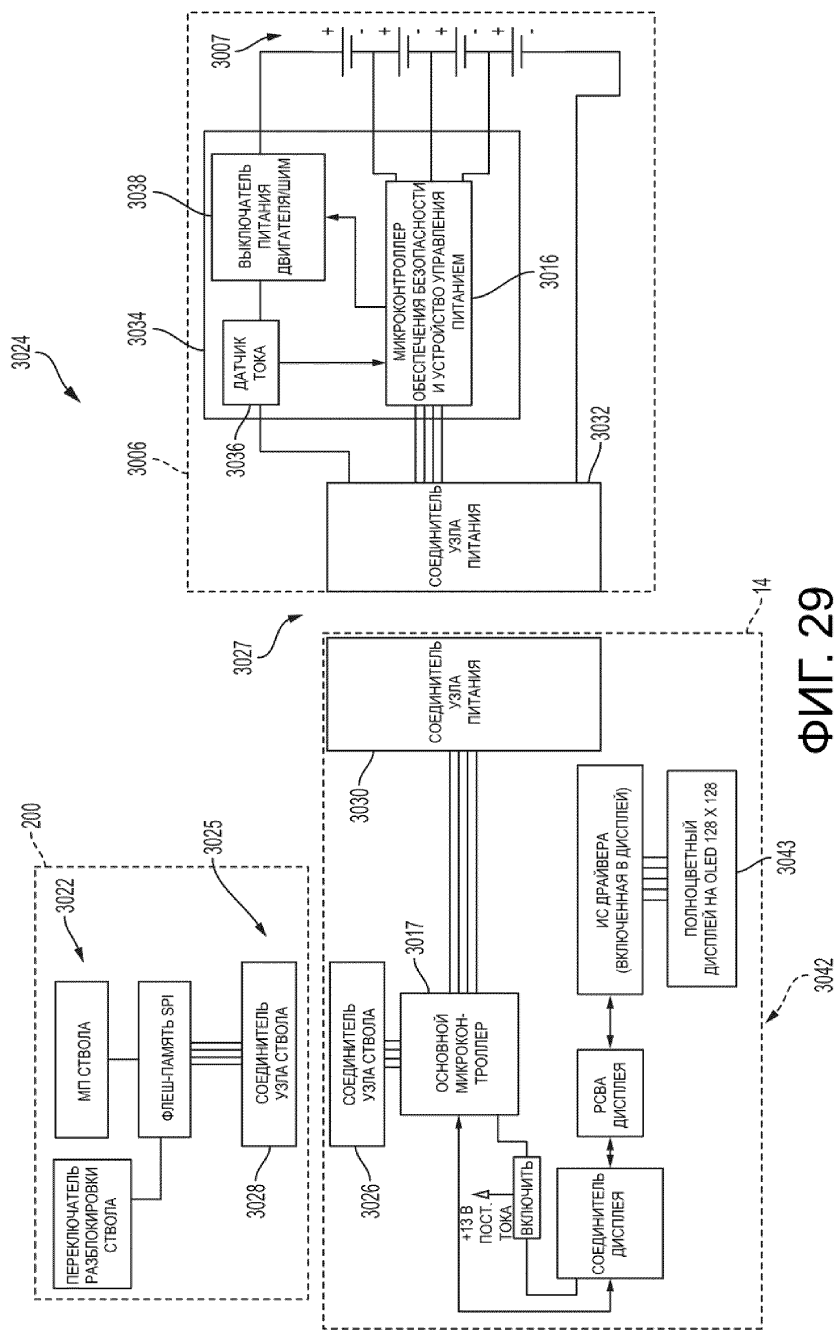


ФИГ. 28А

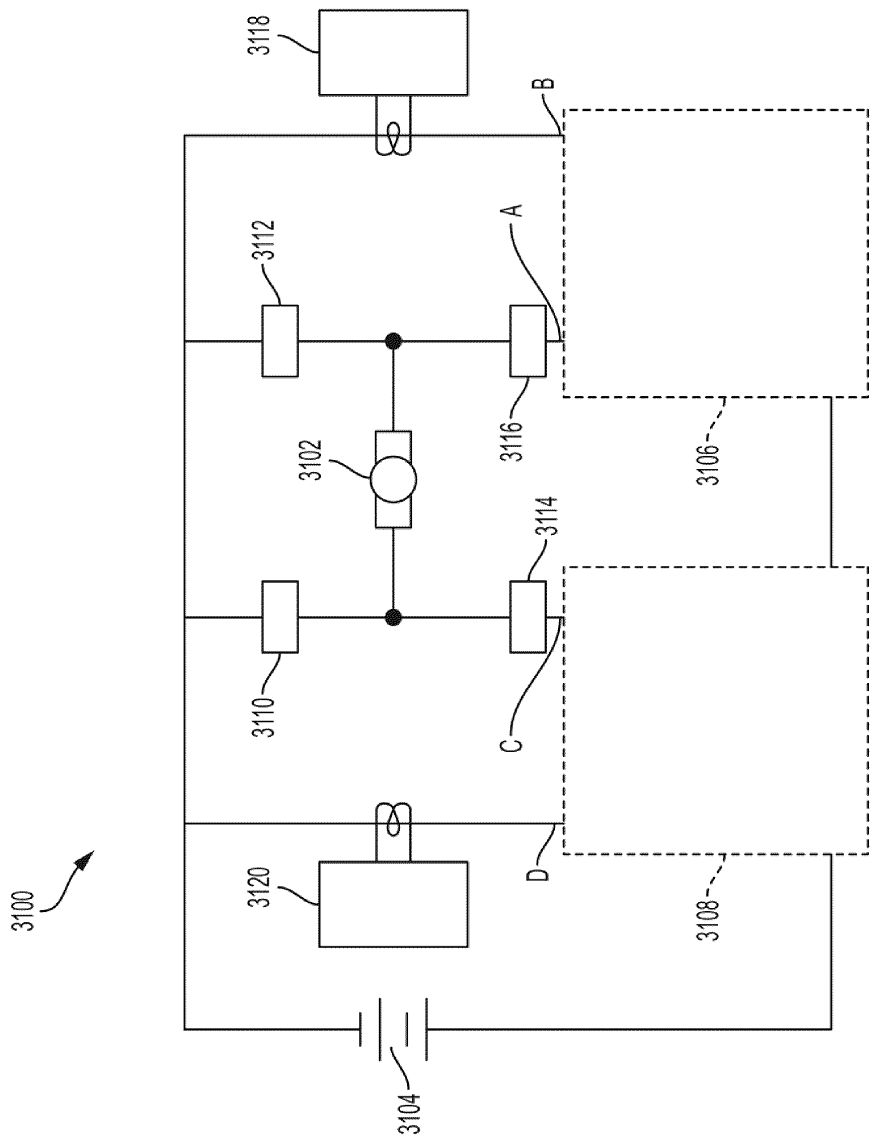
30/36



ФИГ. 28В

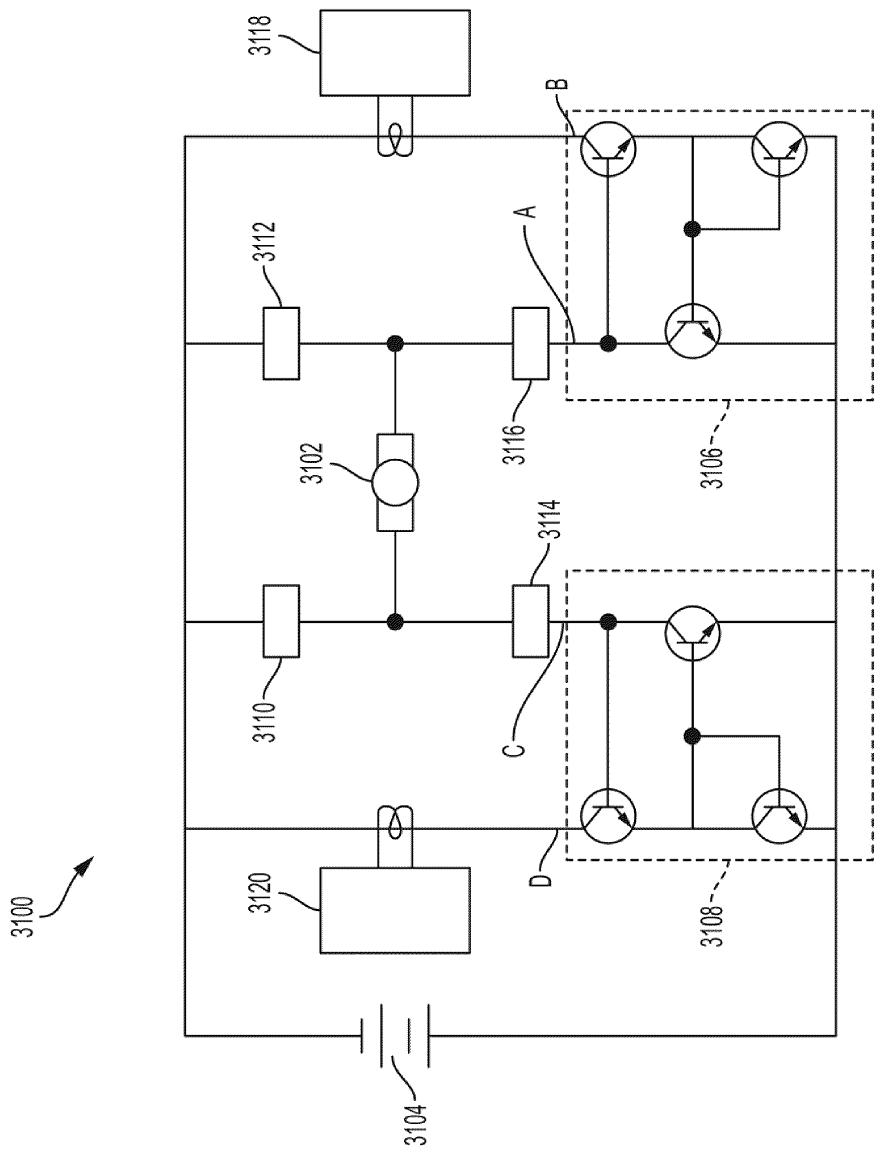


32/36



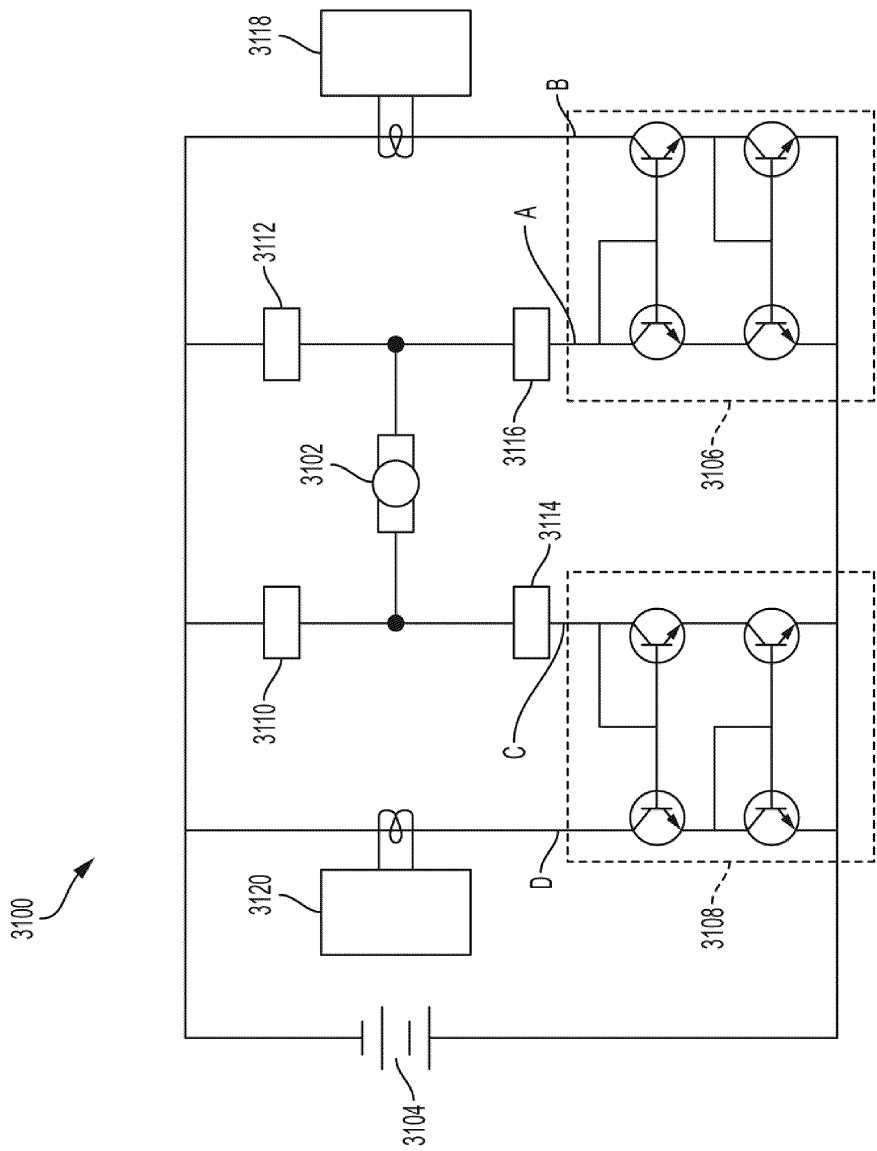
ФИГ. 30

33/36



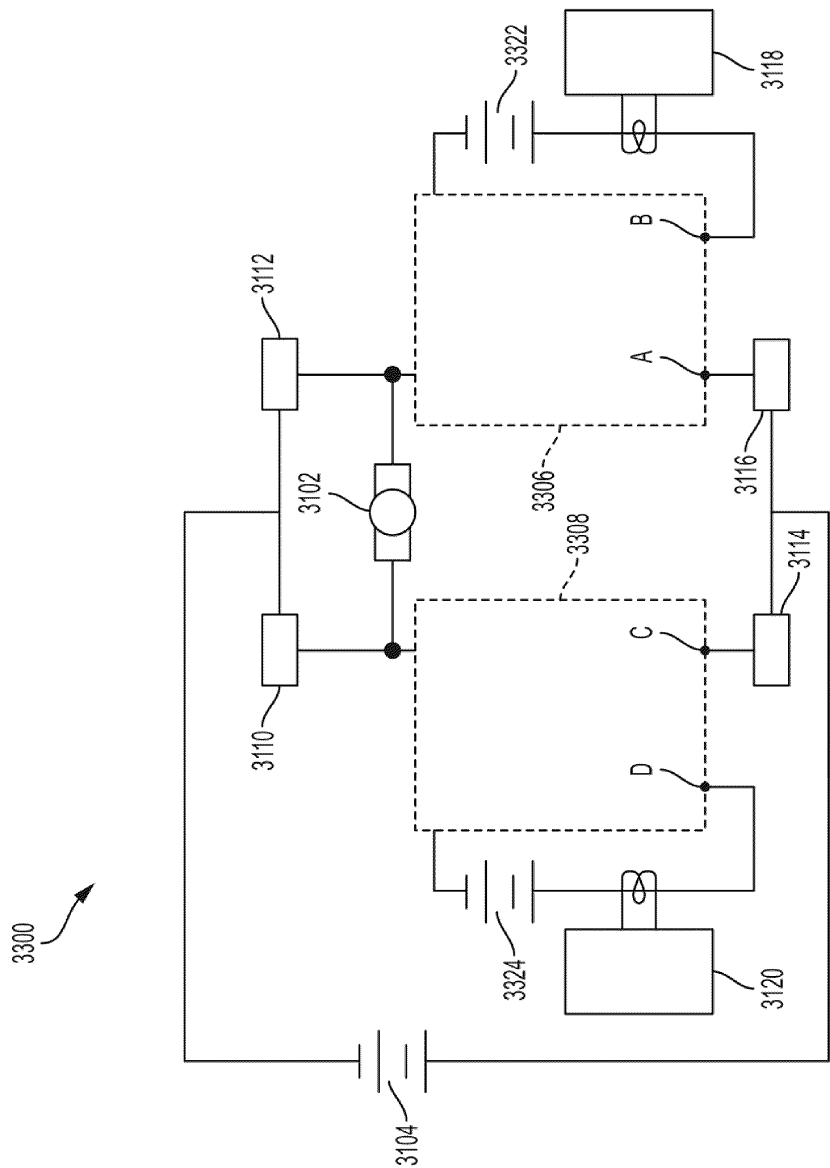
ФИГ. 31

34/36



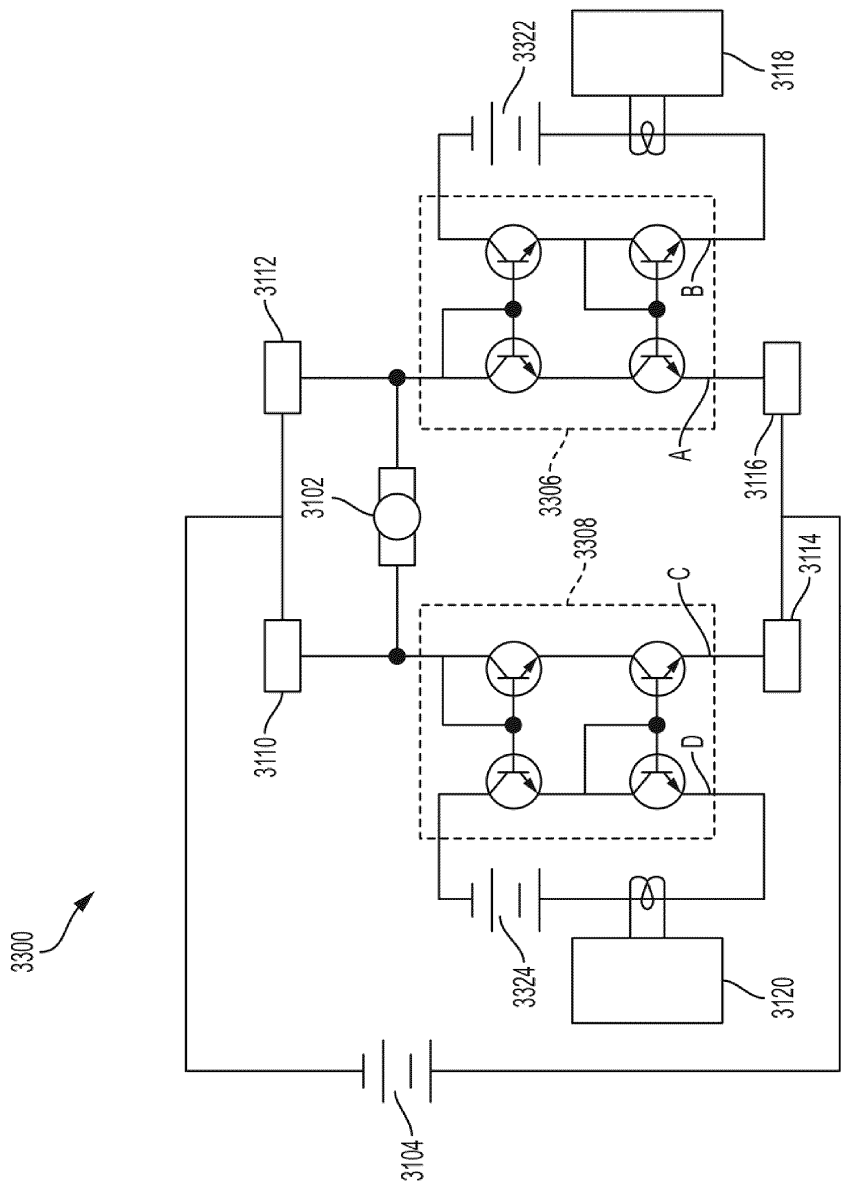
ФИГ. 32

35/36



ФИГ. 33

36/36



ФИГ. 34