

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202392487 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2024.01.31

(51) Int. Cl. G02B 6/48 (2006.01)  
G02B 6/44 (2006.01)  
H02G 15/08 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2022.03.07

(54) АРМАТУРА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЯ С ОПТИЧЕСКИМИ ВОЛОКНАМИ  
В ПОДВЕСНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КАБЕЛЕ

(31) 63/157,603

(72) Изобретатель:

(32) 2021.03.05

Уэбб Уилльям, Пиллинг Иан М., Вонг  
Кристофер, Пиллинг Дуглас А. (US)

(33) US

(86) PCT/US2022/019206

(74) Представитель:

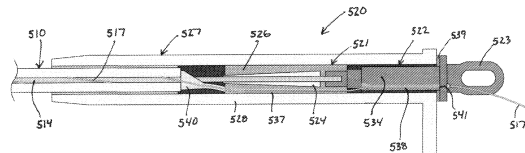
(87) WO 2022/187750 2022.09.09

Медведев В.Н. (RU)

(71) Заявитель:

СиТиСи ГЛОБАЛ КОРПОРЕЙШН  
(US)

(57) Компоненты арматуры для оконцевания и/или сращивания подвесных электрических кабелей, которые имеют оптические волокна, связанные с кабелем. Эти компоненты арматуры обеспечивают доступ к оптическим волокнам для соединения с устройствами опроса или с телекоммуникационным оборудованием. Эти компоненты арматуры также обеспечивают прохождение оптических волокон через оконцевания и сплайсы без повреждения оптических волокон.



202392487

A1

A1

202392487

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-579221ЕА/42

### АРМАТУРА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЯ С ОПТИЧЕСКИМИ ВОЛОКНАМИ В ПОДВЕСНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КАБЕЛЕ

#### ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Это раскрытие относится к области подвесных электрических кабелей (кабелей для воздушных линий электропередачи), и, в частности, к компонентам арматуры, которые используются для установки и поддержки подвесных электрических кабелей для передачи и/или распределения электроэнергии. Это раскрытие, в частности, относится к компонентам арматуры, которые обеспечивают прохождение оптических волокон из подвесного электрического кабеля через арматуру для последующего подключения к сопрягаемому оборудованию, такому как оборудование для опроса или телекоммуникационное оборудование.

#### ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0002] Фиг. 1 иллюстрирует участок воздушной линии электропередачи.

[0003] Фиг. 2 иллюстрирует вид в разрезе собранного устройства оконцевания согласно предшествующему уровню техники.

[0004] Фиг. 3 иллюстрирует вид в перспективе собранного и обжатого устройства оконцевания согласно предшествующему уровню техники.

[0005] Фиг. 4А-4В иллюстрируют подвесные электрические кабели, включающие в себя оптические волокна, соединенные с усиливающим (несущим) элементом.

[0006] Фиг. 5 иллюстрирует устройство оконцевания в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

[0007] Фиг. 6 иллюстрирует устройство оконцевания в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

[0008] Фиг. 7 иллюстрирует устройство оконцевания в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

[0009] Фиг. 8 иллюстрирует устройство оконцевания в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

[0010] Фиг. 9А и 9В иллюстрируют устройство оконцевания в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

[0011] Фиг. 10А-10С иллюстрируют устройство оконцевания в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

[0012] Фиг. 11 иллюстрирует устройство оконцевания в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

[0013] Фиг. 12А и 12В иллюстрируют захватный узел в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

[0014] Фиг. 13А-13С иллюстрируют устройство оконцевания в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

[0015] Фиг. 14А-14С иллюстрируют распорный зажим, который можно

использовать в устройстве оконцевания в соответствии с настоящим раскрытием.

[0016] Фиг. 15 иллюстрирует использование распорного зажима в устройстве оконцевания в соответствии с настоящим раскрытием.

[0017] Фиг. 16А-16В иллюстрируют устройство оконцевания в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

[0018] Фиг. 17А и 17В иллюстрируют устройство оконцевания в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

[0019] Фиг. 18 иллюстрирует вариант осуществления узла сращивания (узла сплайса) в соответствии с настоящим раскрытием.

[0020] Фиг. 19 иллюстрирует разобранный вид узла сращивания в соответствии с вариантом осуществления.

[0021] Фиг. 20А и 20В иллюстрируют вариант осуществления узла сращивания в соответствии с настоящим раскрытием.

[0022] Фиг. 21А и 21В иллюстрируют вариант осуществления узла сращивания, который включает оптоволоконное кольцо.

[0023] Фиг. 22 иллюстрирует вариант осуществления узла сращивания в соответствии с настоящим раскрытием.

[0024] Фиг. 23А-23D иллюстрируют узел сращивания, включающий систему катушки, и способ создания узла сращивания в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего раскрытия.

## ОПИСАНИЕ

[0025] Фиг. 1 иллюстрирует участок воздушной линии 100 электропередачи для передачи электроэнергии. Воздушные линии электропередачи и распределения сооружают путем подъема электрических кабелей над поверхностью местности с использованием опорных вышек (например, опор линий электропередач), таких как опорные башни 102а/102b/102с. Линии передачи и распределения могут простираться на многие мили, что требует чрезвычайно больших длин электрического кабеля, например, когда множество сегментов электрического кабеля соединены для обеспечения электрической и механической непрерывности, а также множества опорных вышек. Некоторые из опорных вышек называются оконечными вышками или анкерными вышками, такими как вышка 102а. Такие вышки (башни/опоры) располагаются в точках оконцевания, например, на электроподстанциях или в местах, где линия электропередачи проложена под землей. Оконечные вышки, такие как вышка 102а, также могут требоваться, когда электрическая линия меняет направление (например, делает поворот), пересекает дорогу или другую конструкцию, где существует высокий риск повреждения или травмы в случае повреждения кабеля, или через регулярные интервалы на длинном прямом пути линии. В таких случаях подвесной электрический кабель необходимо оконцовывать (например, отрубать), закреплять на оконечной вышке под высоким натяжением и электрически соединять с соседним подвесным электрическим кабелем. Как проиллюстрировано на Фиг. 1, сегмент 110а электрического кабеля крепится (например,

закрепляется на) к опоре 102а с использованием оконечного устройства 120 оконцевания (например, натяжного зажима) и электрически соединяется с соседним сегментом 110b электрического кабеля с помощью электрической перемычки 104. Сегменты 110а/110b электрического кабеля изолируются от опорной вышки 102а гирляндой изоляторов 106.

[0026] Другая конструкция оконцевания называется сплайсом (сростком). Хотя длина одиночного сегмента подвесного кабеля может достигать нескольких тысяч футов, для электрической сети может требоваться несколько сотен миль электрического кабеля. Для охвата этих расстояний электромонтерам часто приходится сращивать (например, соединять) два более коротких сегмента кабеля вместе. Таким образом, между двумя оконечниками установки с подвесными кабелями может быть размещен один или более сплайсов. Сплайс функционирует как механическое соединение, удерживающее вместе два конца кабелей, так и электрическое соединение, позволяющее электрическому току течь через сплайс. Как проиллюстрировано на Фиг. 1, сплайс 150 функционально соединяет сегмент 110с электрического кабеля с сегментом 110d электрического кабеля, образуя механическое соединение и непрерывный электрический путь.

[0027] Фиг. 2 иллюстрирует разрез собранного устройства оконцевания (например, оконечника) согласно предшествующему уровню техники для использования с оголенным подвесным электрическим кабелем, такого как оконечник 120 на Фиг. 1. Устройство 220 оконцевания, проиллюстрированное на Фиг. 2, аналогично проиллюстрированному и описанному в публикации РСТ № WO 2005/041358 Брайанта (Bryant) и в патенте США № 8022301 Брайанта и др. (Bryant et al.), каждый из которых включен сюда посредством ссылки во всей своей полноте.

[0028] В общих чертах устройство 220 оконцевания, проиллюстрированное на Фиг. 2, включает в себя захватный узел 221 и соединитель 222 для прикрепления устройства 220 оконцевания к оконечной конструкции, например, к вышке, как проиллюстрировано на Фиг. 1, с помощью крепежной детали 223, расположенной на ближнем (проксимальном) конце устройства 220 оконцевания. На дальнем (дистальном) конце устройства 220 оконцевания, противоположном крепежной детали 223, устройство 220 оконцевания функционально соединяется с подвесным электрическим кабелем 210, который включает в себя электрический проводник (провод) 211 (например, содержащий проводящие жилы), который окружает и поддерживается усиливающим элементом 214, например, армированным волокном композитным усиливающим элементом.

[0029] Захватный узел 221 плотно захватывает усиливающий элемент 214, прикрепляя подвесной электрический кабель 210 к устройству 220 оконцевания. Как проиллюстрировано на Фиг. 2, захватный узел 221 включает в себя фитинг прижимного типа (например, фитинг клинового типа), в частности, цангу 224, имеющую просвет 225 (например, туннель), которая окружает и захватывает усиливающий элемент 214. Цанга 224 расположена в корпусе 226 цанги, и когда электрический кабель 210 натягивают (например, втягивают на опорные вышки), между усиливающим элементом 214 и цангой 224 возникает трение по мере того как цанга 224 втягивается дальше в корпус 226 цанги.

Коническая (внешняя) форма цанги 224 и сопрягающая внутренняя воронкообразная форма корпуса 226 цанги увеличивают прижатие усиливающего элемента 214, гарантируя, что усиливающий элемент 214 не выскользнет из цанги 224, и значит, что подвесной электрический кабель 210 будет прикреплен к устройству 220 оконцевания.

[0030] Как проиллюстрировано на Фиг. 2, внешняя втулка 227 расположена поверх захватного узла 221 и конца электрического кабеля 210. Внешняя втулка 227 включает в себя проводящий корпус 228 втулки, обеспечивающий электропроводимость между электрическим проводом 211 и пластиной-перемычкой 229. Внутренняя втулка 230 (например, проводящая внутренняя втулка) может быть помещена между проводом 211 и проводящим корпусом 228, обеспечивая электрическое соединение между проводом 211 и проводящим корпусом 228. Проводящий корпус 228 может быть изготовлен из алюминия, и пластина-перемычка 229 может быть, например, приварена к проводящему корпусу 228. Пластина-перемычка 229 выполнена с возможностью прикрепления к пластине 231 соединителя для обеспечения электропроводимости между электрическим проводом 211 и другим проводом, например, другим электрическим кабелем (не проиллюстрирован), который находится в электрической связи с пластиной 231 соединителя.

[0031] Соединитель 224 включает в себя крепежную деталь 223 (например, рым-болт) и сопрягающую с захватным элементом резьбу 232, расположенную на конце 233 тела 234 соединителя, обращенном к захватному элементу. Сопрягающая с захватным элементом резьба 232 выполнена с возможностью функционального сопряжения с сопрягающей с соединителем резьбой 235 корпуса 226 цанги, чтобы обеспечить перемещение соединителя 224 к цанге 224, вталкивая цангу 224 в корпус 226 цанги, когда резьбы 235 и 232 зацепляются, и соединитель 224 вращается относительно корпуса 226 цанги. Это усиливает сжимающий захват цанги 224 с усиливающим элементом 214, дополнительно прикрепляя подвесной электрический кабель 210 к устройству 220 оконцевания. Крепежная деталь 223 выполнена с возможностью прикрепления к оконечной конструкции, например, к оконечной вышке, для крепления устройства 220 оконцевания, и значит, электрического кабеля 210 к оконечной конструкции. См. Фиг. 1.

[0032] Фиг. 3 иллюстрирует вид в перспективе устройства оконцевания, подобного устройству оконцевания по Фиг. 2, которое было обжато (например, сжато) на подвесном электрическом кабеле. Устройство 320 оконцевания включает в себя соединитель, имеющий крепежную деталь 323, которая проходит наружу от ближнего конца внешней втулки 327. Как единое целое с проводящим корпусом 328 внешней втулки выполнена пластина-перемычка 329 для электрического соединения с соединительной пластиной (см., например, Фиг. 2). Как проиллюстрировано на Фиг. 3, корпус 328 внешней втулки обжимается поверх (например, на) двух областей нижележащей конструкции, а именно обжимаемой корпусом втулки области 328a и обжимаемой корпусом втулки области 328b. Обжимаемая корпусом втулки область 328a обычно расположена поверх промежуточной части нижележащего соединителя (см., например, Фиг. 2), а обжимаемая втулкой область 328b обычно расположена поверх части подвесного электрического кабеля 310.

Сжимающие силы, прилагаемые к корпусу 328 внешней втулки во время операции обжатия, передаются на расположенные ниже компоненты, то есть на соединитель под обжимаемой областью 328a и на часть подвешенного электрического кабеля 310 под обжимаемой областью 328b, чтобы постоянным образом прикрепить устройство 320 оконцевания к электрическому кабелю 310.

[0033] Устройство оконцевания, в общих чертах описанное относительно Фиг. 2 и 3, может использоваться с различными конфигурациями оголенного подвешенного электрического кабеля. Устройство оконцевания, проиллюстрированное на Фиг. 2 и 3, особенно полезно для подвесных электрических кабелей с армированным волокном композитным усиливающим элементом. Например, захватный элемент в виде прижимного клина, например, имеющий цангу, расположенную в корпусе цанги (например, Фиг. 2), позволяет захватывать армированный волокном композитный усиливающий элемент под высоким сжимающим усилием без значительного риска разрушения композитного материала.

[0034] Фиг. 4A иллюстрирует подвешенный электрический кабель 410A, который включает в себя усиливающий элемент 414A, изготовленный из армированного волокном композитного материала. Электрический кабель 410A также включает в себя провод 411A, содержащий первый слой 412Aa проводящих жил, которые спирально намотаны вокруг (например, навиты вокруг) усиливающего элемента 414A. Вокруг первого слоя 412Aa намотан второй слой 412Ab проводящих жил. Проводящие жилы могут быть изготовлены из проводящих металлов, таких как медь или алюминий, и для использования в подвесных электрических кабелях они обычно изготавливаются из алюминия, т.е. чистого алюминия или алюминиевых сплавов. Проводящие металлы, например, алюминий, могут не обладать достаточными механическими свойствами (например, достаточной прочности на разрыв), чтобы быть самонесущими без чрезмерного провисания при натяжении между опорными вышками для формирования воздушной линии электропередачи для передачи и/или распределения электроэнергии, как проиллюстрировано на Фиг. 1. Следовательно, усиливающий элемент 414A физически поддерживает или усиливает электрический провод 411A, когда подвешенный электрический кабель 410A натянут между опорными вышками под высоким механическим натяжением.

[0035] Усиливающий элемент 414A, проиллюстрированный на Фиг. 4A, представляет собой армированный волокном композитный усиливающий элемент, например, содержащий множество армирующих волокон, расположенных в связующей матрице. Как проиллюстрировано на Фиг. 4, усиливающий элемент включает в себя высокопрочную секцию 415A (например, внутреннюю секцию), содержащую высокопрочные и по существу непрерывные армирующие волокна (например, углеродные волокна), расположенные в полимерной связующей матрице (например, термоотверждаемой или термопластичной связующей матрице). Внутреннюю секцию 415A окружает изоляционный слой 416A (например, внешний слой), предотвращающий электрохимическую коррозию, которая может возникнуть в результате тесного контакта

между углеродными волокнами и алюминием. Например, изоляционный слой может быть изготовлен из электроизоляционного полимера, такого как термопластичный материал. Альтернативно или в дополнение к полимерному слою изоляционный слой может включать в себя, например, по существу непрерывные армирующие стеклянные волокна в полимерной связующей матрице. Подвесной электрический кабель этой конфигурации доступен под торговой маркой АССС<sup>®</sup> (СТС Global Corp., Ирвайн, Калифорния), и описан в патенте США № 7368162 Хиела и др. (Hiel et al.), который включен сюда посредством ссылки во всей своей полноте. Кроме того, усиливающий элемент может включать в себя слой алюминия, например, расположенный между изоляционным слоем 416А и первым проводящим слоем 412Аа. См., например, патент США № 10395794 Мейера и др. (Meuer et al.), который включен сюда посредством ссылки во всей своей полноте.

[0036] Такие армированные волокном композитные усиливающие элементы могут включать в себя единственный армированный волокном композитный усиливающий элемент (например, одиночный стержень), как проиллюстрировано на Фиг. 4А. Альтернативно, композитный усиливающий элемент может состоять из множества отдельных армированных волокном композитных усиливающих компонентов (например, отдельных стержней), которые функционально объединены (например, скручены или переплетены вместе), образуя усиливающий элемент, как проиллюстрировано на Фиг. 4В. Примеры таких многокомпонентных композитных усиливающих элементов включают в себя, но не ограничиваются этим: многокомпонентный композитный усиливающий элемент с алюминиевой матрицей, проиллюстрированный в патенте США № 6245425 МакКалохью и др. (McCullough et al.); многокомпонентный усиливающий элемент из углеродного волокна, проиллюстрированный в патенте США № 6015953 Тосака и др. (Tosaka et al.); и многокомпонентный усиливающий элемент, проиллюстрированный в патенте США № 9685257 Даниэля и др. (Daniel et al.). Каждый из этих патентов США включен сюда посредством ссылки во всей своей полноте. Для армированного волокнами композитного усиливающего элемента можно использовать другие конфигурации и материалы (например, другие волокна и/или материалы матриц).

[0037] Возвращаясь к фиг. 4А, электрический кабель 410А также включает в себя по меньшей мере одно оптическое волокно, которое связано с электрическим кабелем 410А. Как проиллюстрировано, кабель 410А включает в себя множество (например, два) оптических волокон, а именно оптические волокна 417Аа и 417Аб, которые встроены в усиливающий элемент 414А. Более конкретно, оптическое волокно 417Аа можно охарактеризовать как встроенное в высокопрочную внутреннюю секцию 415А, а оптическое волокно 417Аб можно охарактеризовать как встроенное между внутренней секцией 417А и изоляционным слоем 417А. Следует понимать, что такие оптические волокна могут быть связаны с электрическим кабелем 410А будучи размещенными в других положениях, например, расположенными на внешней поверхности усиливающего элемента 414А, например, между усиливающим элементом 414А и первым проводящим слоем 412Аа.

[0038] Со ссылкой на Фиг. 4В проиллюстрирован аналогичный подвесной электрический кабель 410В. Как отмечено выше, электрический кабель 410В включает в себя усиливающий элемент 414В, имеющий множество усиливающих компонентов (например, усиливающий компонент 414Ва), которые объединены (например, намотаны по спирали), образуя усиливающий элемент 414В. В этом случае с электрическим кабелем 410В связаны одно или более оптических волокон, таких как оптическое волокно 417Вb, например, расположенные между отдельными усиливающими элементами в дополнение или в качестве альтернативы встроенным оптическим волокнам, таким как оптическое волокно 417Ва. Как и в случае с кабелем, проиллюстрированным на Фиг. 4А, оптические волокна могут быть размещены в других положениях по всему сечению электрического кабеля 410В.

[0039] В любой из вышеописанных конфигураций оптические волокна обычно расположены по всей длине электрического кабеля. Оптические волокна могут быть расположены по существу линейным образом или могут быть нелинейными, например, могут быть скручены или намотаны вокруг усиливающего элемента. Такие оптические волокна могут использоваться для связи (например, для передачи данных) и/или могут использоваться для опроса (например, для проверки) электрического кабеля, чтобы определить состояние электрического кабеля, т.е. в качестве элемента опроса. Например, для оценки температуры электрического кабеля и/или напряженного состояния усиливающего элемента по длине кабеля может использоваться BOTDR (оптическая рефлектометрия Бриллюэна во временной области). Один пример оптических волокон, используемых в подвесном электрическом кабеле для целей опроса, проиллюстрирован в публикации международной патентной заявки WO 2019/168998 Донга и др. (Dong et al.), которая включена сюда посредством ссылки во всей своей полноте.

[0040] Независимо от функции оптических волокон, будет необходимо получить доступ к по меньшей мере одному из концов волокон, например, для надежного ввода света (например, когерентного света от лазера) в концы оптических волокон и для обнаружения и/или анализа света, излучаемого из того же самого или противоположного конца оптических волокон. Однако, как можно видеть на Фиг. 2 и 3, когда подвесной электрический кабель оконцовывают (заделывают) в оконечнике (например, с использованием вышеописанного устройства оконцевания), конец усиливающего элемента, а значит, концы оптических волокон больше не могут быть доступны для прохождения сигнала в конец оптических волокон и/или для обнаружения светового сигнала, излучаемого из конца оптических волокон.

[0041] Одной задачей настоящего раскрытия является предоставление арматуры, такой как устройство оконцевания для использования с подвесным электрическим кабелем, которое обеспечивает доступ к таким оптическим волокнам, связанным с электрическим кабелем, даже после того, как подвесной электрический кабель был установлен, например, после того, как участок подвесного электрического кабеля был натянут и оконцован.



[0042] Фиг. 5 иллюстрирует один вариант осуществления устройства оконцевания (например, оконечника) для использования с подвесным электрическим кабелем, который обеспечивает доступ к одному или более оптическим волокнам снаружи устройства. Как проиллюстрировано на Фиг. 5, оконечник 520 включает в себя захватный узел 521, который захватывает усиливающий элемент 514 подвесного электрического кабеля 510, например, так, чтобы электрический кабель 510 мог надежно удерживаться при очень высоком натяжении. Аналогично устройству оконцевания, проиллюстрированному на Фиг. 1, захватный узел 521 может быть охарактеризован как прижимной клин, в частности, имеющий кангу 524 и корпус 526 канги, который выполнен с возможностью приема канги 524 внутрь корпуса 526.

[0043] Захватный узел 521 включает в себя канал 537 захватного узла (например, канавку или протяженную выемку), расположенный вдоль внешней поверхности захватного узла 521, в частности, вдоль внешней поверхности корпуса 526 канги. Канал 537 конфигурируется (например, имеет размер и форму) для закрепления одного или более оптических волокон, таких как оптическое волокно 517, внутри канала 537, например, для удержания и защиты оптического волокна 517 между захватным узлом 521 и внутренней поверхностью проводящего корпуса 528 втулки. Как проиллюстрировано на Фиг. 5, канал 537 захватного узла проходит вдоль внешней поверхности захватного узла 521 (например, корпуса 526 канги) от одного конца захватного узла 521 до противоположного конца захватного узла 521. Другими словами, канал 537 расположен вдоль по меньшей мере той части захватного узла 521, которая находится в непосредственном контакте с проводящим корпусом 528 втулки. Кроме того, канал 537 захватного узла расположен по существу линейным образом вдоль захватного узла 521. Хотя линейную конфигурацию легче изготовить и реализовать, следует понимать, что канал 537 при необходимости может быть нелинейным, например, может быть расположен по спирали вокруг захватного узла. В любом случае канал 537 позволяет обжимать проводящий корпус 528 втулки на захватном узле 521 (см. Фиг. 3), при этом оптическое волокно 517 подвергается небольшому сжатию или вообще не подвергается сжатию, так что оптическое волокно 517 не будет повреждено.

[0044] Соединитель 522 функционально прикреплен к захватному узлу 521 и включает в себя тело 534 соединителя. Тело 534 соединителя включает в себя канал 538 тела соединителя, расположенный вдоль (например, образованный на) внешней поверхности тела 534 соединителя. Как и в случае с каналом 537 захватного узла, канал 538 тела соединителя конфигурируется (например, по размеру и форме) для закрепления, например, удержания и защиты, одного или более оптических волокон, например, оптического волокна 517, внутри канала 538. Канал 538 тела соединителя расположен вдоль по меньшей мере той части тела 534 соединителя, которая находится в непосредственном контакте с проводящим корпусом 528 втулки, и может быть расположен вдоль всей длины тела 534 соединителя. Как и в случае с каналом 537 захватного узла, канал 538 тела соединителя может быть расположен вдоль тела 534

соединителя по существу линейным образом, как проиллюстрировано на Фиг. 5, или может быть расположен вдоль тела 534 соединителя нелинейным образом.

[0045] Соединитель 522, например, тело 534 соединителя, может включать в себя резьбу тела соединителя, а корпус 526 цанги может включать в себя сопрягающую с соединителем резьбу, которая сопрягается с (например, зацепляется резьбовым образом) резьбой корпуса цанги, прикрепляя корпус 526 цанги к соединителю 522, например, как проиллюстрировано на Фиг. 2, хотя предполагаются и другие средства крепления захватного узла 521 к соединителю 522. Дополнительно, захватное устройство и соединитель могут быть выполнены как одно целое, т.е. как единый блок.

[0046] Чтобы обеспечить прикрепление устройства 520 оконцевания к вышке (см. Фиг. 1), устройство оконцевания включает в себя крепежную деталь 523, которая, например, функционально присоединена к телу 534 соединителя или выполнена с ним как одно целое, как проиллюстрировано на Фиг. 5. Крепежную деталь 523 от внешней втулки 527 может отделять прокладка 539, уменьшающая попадание влаги и других посторонних элементов в устройство 520 оконцевания. Как проиллюстрировано на Фиг. 5, крепежная деталь 523 представляет собой рым-болт (например, с единственной замкнутой петлей). Однако предполагаются и другие типы крепежных деталей, включая крепежную деталь в виде скобы, имеющий два зубца с отверстиями, позволяющими вставить штифт скобы через зубцы. См., например, патенты США № 2668280 Дюпре (Dupre) и № 6338590 Стауске и др. (Stauske et al.), каждый из которых включен сюда посредством ссылки во всей своей полноте.

[0047] Как отмечено выше, внешняя втулка 527, имеющая проводящий корпус 528 втулки, образующий полость, размещена поверх захватного узла 521 и поверх тела 534 соединителя. Внешняя втулка 527 может быть обжата (например, сжата) на нижележащей конструкции, например, на теле 534 соединителя и на электрическом кабеле 510, как проиллюстрировано на Фиг. 2.

[0048] Устройство 520 оконцевания, проиллюстрированное на Фиг. 5, также включает в себя направляющую 540 для уменьшения деформаций (разгрузки натяжения), выполненную с возможностью удерживать и перенаправлять оптическое волокно от электрического кабеля 510 в канал 537 захватного узла. Для этой цели направляющая 540 для уменьшения деформаций, проиллюстрированная на Фиг. 5, имеет коническую форму, например, в виде конуса или воронки. Направляющая 540 для уменьшения деформаций может быть изготовлена из гибкого материала, например, такого, как эластомерный материал. Направляющая 540 для уменьшения деформаций конфигурируется так, чтобы оптическое волокно 517 не подвергалось изгибам небольшого радиуса, которые могут повредить или иным образом отрицательно сказаться на эффективности действия оптического волокна 517.

[0049] Оптическое волокно 517 проходит от устройства 520 оконцевания через отверстие 541 вывода волокна. Отверстие 541 вывода волокна сконфигурировано (например, имеет размер и форму) для обеспечения прохождения одного или множества

оптических волокон через отверстие 541. Таким образом может быть установлено соединение с оптическим волокном 517, такое как соединение с OTDR, BOTDR или аналогичным опросным устройством, или с телекоммуникационным устройством.

[0050] Фиг. 6 иллюстрирует вид в перспективе соединителя и захватного узла в соответствии с вариантом осуществления, которые, например, могут быть использованы в устройстве оконцевания, проиллюстрированном на Фиг. 5. Захватный узел 621 крепится к усиливающему элементу 614 с помощью устройства цанги 624 и корпуса 626 цанги. Оптическое волокно 617 наматывается вокруг усиливающего элемента 614 и может использоваться для опроса (т.е. в качестве чувствительного элемента) и/или может использоваться для телекоммуникаций (например, передачи данных). Оптическое волокно 617 расположено внутри канала 637а захватного узла, который проходит по длине захватного узла 621, то есть вдоль длины внешней поверхности корпуса 626 цанги. Корпус 626 цанги включает в себя множество каналов 637а/637б/637с захватного узла, которые могут вмещать множество оптических волокон или могут использоваться с единственным оптическим волокном, например, для целей выравнивания. Аналогичным образом соединитель 622 включает в себя канал 638 тела соединителя, линейно расположенный вдоль поверхности тела 634 соединителя. Оптическое волокно 617 проходит от соединителя 622 через отверстие 641 вывода волокна.

[0051] Фиг. 7 иллюстрирует вид в разрезе альтернативного варианта осуществления устройства оконцевания в соответствии с настоящим раскрытием. Устройство 720 оконцевания включает в себя захватный узел 721 в виде цанги 724 и корпуса 726 цанги, которые захватывают усиливающий элемент 714. В этом варианте осуществления одно или более оптических волокон 717 проходят через цангу 724 с усиливающим элементом 714. Для этой цели тело 734 соединителя включает в себя проём 742 (например, туннель), проходящий в продольном направлении через тело 734 соединителя, включая первый фланец 743а, который может быть выполнен как одно целое с телом 734 соединителя. Крепежная деталь 723 включает в себя второй фланец 743б, который крепится к первому фланцу 743а множеством фланцевых болтов, таких как фланцевый болт 744а. Оптические волокна 717 проходят через проём 742 тела соединителя и через отверстие 741 вывода волокна, расположенное во втором фланце 743б, так что можно получить доступ к концу оптических волокон 717. В этом варианте осуществления оптические волокна 717 могут быть вставлены через отверстие 741 до того, как фланец 743б будет прикреплен к фланцу 743а с помощью болтов 744а. Для уменьшения деформации при изгибе оптических волокон 717, когда они выходят из отверстия 741, может использоваться уплотнительное кольцо (например, резиновая втулка).

[0052] Вышеупомянутые варианты осуществления иллюстрируют устройство оконцевания, в котором оптические волокна проходят через и/или вокруг захватного узла и тела соединителя и выходят из устройства оконцевания около конца крепежной детали. Альтернативно, устройство оконцевания может быть выполнено с возможностью

направления оптических волокон из устройства оконцевания в месте между концом электрического кабеля и захватным узлом, т.е. так, чтобы оптические волокна не проходили через или вокруг захватного узла или соединителя. Дополнительно, может быть желательно сращивать оптические волокна (например, сращивание плавлением или механическое сращивание) с одним или более соединительными оптическими волокнами внутри устройства оконцевания, например, для герметизации сращиваний внутри устройства оконцевания.

[0053] Фиг. 8 иллюстрирует один такой вариант осуществления устройства 820 оконцевания. Устройство 820 оконцевания включает в себя захватный узел 821 и соединитель 822, имеющий выполненную за одно целое крепежную деталь 823, по существу как описанная выше, за исключением каналов и отверстий для оптических волокон, описанных со ссылкой на Фиг. 5-7. Как проиллюстрировано на Фиг. 8, конец электрического кабеля 810, то есть электрического провода 811, находится на расстоянии от переднего конца захватного узла 821, ограничивая рабочее пространство 845 (например, ограниченное проводящим корпусом 828 втулки), через которое усиливающий элемент 814 проходит к захватному узлу 821. Каждое оптическое волокно, такое как оптическое волокно 817а, связанное с электрическим кабелем 810 и отходящее от него, функционально соединяется со вторым оптическим волокном 817б. Соединение может быть выполнено с помощью сращивания, такого как сплавленный (сварной) сплайс 846. Второе оптическое волокно 817б функционально соединяется с разъемом (розетка) 847 для оптического волокна, которое по меньшей мере частично расположено через проём (например, отверстие) в проводящем корпусе 828 втулки. Например, оптические волокна 817б и разъем 847 могут быть обеспечены как заранее сконструированное устройство, сконфигурированное для этой цели. Разъем 847, проиллюстрированный на Фиг. 8, также выполнен с возможностью прикрепления к оптоволоконной перемычке 848, например, на противоположной стороне разъема. Хотя описанный здесь как разъем 847, разъем может быть любым устройством, которое обеспечивает путь (например, путь рабочего светового сигнала) через корпус 828 втулки. Например, разъем 847 может содержать соединительную муфту. Разъем 847 может также содержать соединитель шнура, например, захват для уменьшения деформаций, который уменьшает натяжение оптического волокна 817б и обеспечивает непроницаемое для жидкости уплотнение вокруг оптического волокна. Перемычка 848 включает в себя соответствующий фитинг 849 и армированный (бронированный) кабель 850, содержащий оптические волокна. Фитинг 849 выполнен с возможностью функционального сопряжения с разъемом 847, например, для соединения оптических волокон 817б с оптическими волокнами в армированном кабеле 850. Гирлянда 851 изоляторов может быть функционально соединена с армированным кабелем 850, если желательно снижение напряжения на оптических волокнах и/или для предотвращения отслеживания.

[0054] Устройство оконцевания, проиллюстрированное на Фиг. 8, может обеспечить ряд преимуществ, в частности, с точки зрения установки устройства 820

оконцевания, включая рабочее соединение оптического волокна 817а с внешней частью устройства оконцевания. Например, как только оптическое волокно 817а отделено от конца усиливающего элемента 814, усиливающий элемент может быть обрезан до его окончательной длины. Захватный узел 821 (например, цанга и корпус цанги) может быть затем прикреплен к усиливающему элементу 814 и закреплен на нем, следуя стандартным процедурам. Свободное оптическое волокно 817а затем может быть сращено сплавлением со вторым оптическим волокном 817б, которое предварительно прикреплено к резьбе 847 для оптического волокна. Необязательно, поверх оптических волокон могут быть размещены защитные буферные трубки для защиты оптических волокон в рабочем пространстве 845. Затем может быть собрано устройство оконцевания, т.е. внешнюю втулку 827 может быть расположена и обжата поверх электрического кабеля 810 и тела 834 соединителя. Стоит отметить, что эти этапы можно выполнять на земле, например, нет необходимости выполнять эти этапы, когда подвесной электрический кабель закреплен (но не натянут) высоко на вышке. Собранный прибор оконцевания затем может быть поднят к точке крепления на вышке и прикреплен к гирлянде изоляторов. См. Фиг. 1. В этот момент готовая оптоволоконная перемычка 848 может быть присоединена путем вставки в разъем 847 для оптического волокна либо до, либо после натяжения электрической линии.

[0055] Фиг. 9А и 9В иллюстрируют альтернативный вариант осуществления устройства 920 оконцевания. Устройство 920 оконцевания по существу подобно устройству оконцевания, проиллюстрированному на Фиг. 8, за исключением конфигурации внешней втулки 927. Как проиллюстрировано на Фиг. 9А и 9В, проводящий корпус втулки сконструирован из двух частей 928а и 928б. Эти две части 928а/928б выполнены с возможностью функционального соединения в месте 928с, которое расположено поверх рабочего пространства 945 или рядом с ним, где расположены оптические волокна 917а и 917б. В месте 928с соединения две части проводящего корпуса втулки функционально подгоняются друг к другу, например, по типу соединения внахлест, как проиллюстрировано на Фиг. 9А и 9В. После помещения вместе эти две части 928а и 928б могут быть связаны друг с другом путем обжатия или аналогичным методом, чтобы обеспечить прочную физическую связь и электрический путь через проводящий корпус втулки. Одним преимуществом варианта осуществления, проиллюстрированного на Фиг. 9А и 9В, является то, что оптические волокна 917а и 917б могут быть сращены или иным образом обработаны в рабочем пространстве 945 до того, как часть 928б втулки будет состыкована с частью 928а втулки и связана с ней.

[0056] Фиг. 10А-10С схематично иллюстрируют другой вариант осуществления устройства 1020 оконцевания, которое по конструкции аналогично устройству оконцевания, проиллюстрированному на Фиг. 9А и 9В. В этом варианте осуществления две сопрягаемые части 1028а и 1028б проводящего корпуса втулки выполнены с возможностью соединения в месте 1028с, которое расположено поверх соединителя 1022, оставляя все рабочее пространство 1045 открытым (например, легко доступным) до того,

как часть 1028b втулки будет сопряжена с частью 1028a втулки. См. Фиг. 10В. Как и в случае с устройством оконцевания, проиллюстрированным на Фиг. 9А и 9В, эта конструкция может обеспечить возможность сращивания или иной обработки оптических волокон 1017a и 1070b до того, как части 1028a/1028b втулки будут сопряжены и связаны или иным образом прикреплены друг к другу.

[0057] Фиг. 11 иллюстрирует дополнительный вариант осуществления устройства оконцевания, аналогичного проиллюстрированному на Фиг. 9А и 9В и на Фиг. 10А-10С. В варианте осуществления, проиллюстрированном на Фиг. 11, часть 1128a проводящего корпуса втулки включает в себя концевую часть, имеющую увеличенный наружный диаметр 1128d, для приема в ней конца части 1128b втулки.

[0058] В вариантах осуществления, проиллюстрированных на Фиг. 9А-11, проводящий корпус втулки, например, внешней втулки, сегментирован (например, разделен или раздвоен) для обеспечения доступа к оптическим волокнам и соответствующим компонентам перед окончательной сборкой устройства оконцевания. Следует понимать, что в проиллюстрированных вариантах осуществления могут быть сделаны изменения в объеме настоящего раскрытия. Например, две части проводящего корпуса втулки могут быть соединены с помощью болтов с резьбой или других механических креплений. Дополнительно, в каждом из проиллюстрированных вариантов осуществления проводящий корпус втулки сегментируется по продольной оси втулки. Однако, внешняя втулка может быть сегментирована вдоль продольной оси, например, по типу раковины моллюска.

[0059] Фиг. 12А и 12В иллюстрируют вариант осуществления захватного узла в соответствии с настоящим раскрытием, где Фиг. 12А представляет собой вид в перспективе, а Фиг. 12В представляет собой вид в разрезе. Например, захватный узел, проиллюстрированный на Фиг. 12А и 12В, может быть использован в вариантах осуществления, проиллюстрированных на Фиг. 5 и Фиг. 6. Захватный узел включает в себя цангу 1224 и сопрягающий корпус 1226 цанги. Корпус 1226 цанги включает в себя два канала 1237a и 1237b захватного узла, которые выполнены с возможностью закрепления в них одного или более оптических волокон, как проиллюстрировано на Фиг. 5 и Фиг. 6. Хотя проиллюстрирован как содержащий два таких канала, корпус цанги может включать в себя один или любое количество таких каналов.

[0060] В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего раскрытия устройство оконцевания сконструировано с оконным проёмом в проводящем корпусе втулки, чтобы обеспечить доступ к оптическому волокну(ам) через этот оконный проём, например, с тем, чтобы оптическим волокном можно было манипулировать через оконный проём. Оконный проём может быть изолирован от окружающей среды с помощью крышки оконного проёма, например, съемной крышки оконного проема. Фиг. 13А к 13С иллюстрируют различные виды одного примера такого устройства оконцевания. Устройство 1320 оконцевания надежно захватывает подвесной электрический кабель 1310, например, способом, проиллюстрированным выше со ссылкой

на Фиг. 8-11. Внешняя втулка 1327 включает в себя проводящий корпус 1328 втулки, который расположен поверх захватного элемента 1321 и соединителя 1322 и окружает их. В проводящем корпусе 1328 втулки формируется оконный проём 1354, обеспечивающий доступ к оптическому волокну 1317 внутри проводящего корпуса 1328 втулки. Таким образом устройство 1320 оконцевания может быть полностью собрано в полевых условиях, и к оптическому волокну 1317 можно получить доступ через оконный проём для манипулирования оптическим волокном 1317, например, для помещения оптического волокна через уплотнительную втулку 1356, обеспечивая доступ к оптическому волокну после того, как крышка 1355 оконного проёма будет установлена обратно поверх оконного проёма 1354, например, с помощью болтов или аналогичного крепежа. Кроме того, проводящий корпус 1328 втулки, проиллюстрированный на Фиг. 13А-13С, включает в себя ямку 1353 (например, углубление), сформированную на втулке. Такая ямка 1353 выполнена с возможностью предотвращения перемещения внутренней втулки 1330, которая расположена между проводом 1311 и проводящим корпусом 1328, для обеспечения электрического соединения между проводом 1311 и проводящим корпусом 1328.

[0061] Как проиллюстрировано на Фиг. 13С, соединитель 1322 образован из двух секций, которые функционально соединены с помощью распорного зажима 1357, который расположен между двумя секциями соединителя. Фиг. 14А-14С иллюстрируют различные виды такого распорного зажима 1457. Распорный зажим 1457 обычно имеет цилиндрическую форму, например, имеющую в целом цилиндрическую и открытую боковую стенку 1460. Прорезь 1461 для доступа, сформированная в цилиндрической боковой стенке 1460, обеспечивает доступ к рабочему пространству 1445, например, там, где оптическое волокно может быть частично расположено в рабочем пространстве 1445, когда устройство оконцевания собрано (См. Фиг. 13С). В боковой стенке предусмотрены выемки 1459а-1459d для выступов, позволяющие функционально прикрепить распорный зажим 1457 к двум секциям соединителя. Концы рабочего пространства 1445 частично ограничены внутренними сегментами 1462а и 1462b стенок, которые предназначены для удержания двух сегментов соединителя, когда устройство оконцевания собрано. Распорный зажим 1457 может быть изготовлен из высокопрочного материала, такого как сталь, например, нержавеющей сталь.

[0062] Фиг. 15 иллюстрирует увеличенный вид в разрезе части устройства оконцевания, проиллюстрированного на Фиг. 13А-13С, в частности, иллюстрирующий узел распорного зажима с двумя секциями соединителя. Каждая из двух секций 1534а (конец захватного узла) и 1534b (конец крепежной детали) соединителя включает в себя выступ 1563а и 1563b, который помещается в распорном зажиме 1557, например, там, где выступы 1563а/1563b вставляются через выемки 1559а/1559b для выступов и крепятся к сегментам внутренней стенки распорного зажима 1557. Таким образом оптическое волокно 1517 проходит сквозь рабочее пространство 1545, ограниченное распорным зажимом 1557, и им можно манипулировать.

[0063] Настоящим раскрытием также предусмотрены другие вариации вышеописанных вариантов осуществления. Например, Фиг. 16А и 16В иллюстрируют устройство 1620 оконцевания, подобное по конструкции устройству оконцевания, описанному выше со ссылкой на Фиг. 13А-13С, например, включающее оконный проём 1654 и крышку 1655 оконного проёма. Как проиллюстрировано на Фиг. 16А и 16В, крышка 1655 оконного проёма является полуцилиндрической и покрывает большую часть периферии проводящего корпуса 1628 втулки. Это позволяет сделать расположенный ниже проём 1654 больше, например, чтобы он также проходил по большей периферии проводящего корпуса 1628 втулки.

[0064] Фиг. 17А и 17В иллюстрируют устройство 1720 оконцевания, которое по конструкции также похоже на устройство оконцевания, проиллюстрированное на Фиг. 13А-13С. В этом варианте осуществления пластина 1729 перемычки прикрепляется к проводящему корпусу 1728 втулки в положении между электрическим кабелем 1710 и проёмом, где оптическое волокно 1717 выходит из устройства оконцевания. В результате электричество будет течь из электрического кабеля 1710 и направляться к следующему сегменту кабеля с помощью пластины 1729 перемычки до достижения точки выхода оптического волокна, уменьшая электрический потенциал, испытываемый оптическим волокном 1717, и значит, уменьшая возможность повреждения или ошибочных считываний от оптического волокна 1717. Следует понимать, что размещение пластины перемычки таким образом, например, перед точкой выхода оптического волокна, может быть применено к любому из раскрытых здесь вариантов осуществления устройства оконцевания.

[0065] Варианты осуществления, проиллюстрированные на Фиг. 5-17, представлены в качестве примеров устройства оконцевания, компонентов устройства оконцевания и способов оконцевания электрического кабеля. Эти варианты осуществления предназначены быть иллюстративными и неограничивающими, и варианты осуществления подлежат множеству модификаций. Например, вышеописанные варианты осуществления иллюстрируют захватный узел в форме клинового зажима, например, в форме цанги, расположенной в корпусе цанги. Однако захватный узел может принимать другие формы, такие как захватный узел обжимного типа, в котором усиливающий элемент помещается в трубке, и трубка радиально обжимается (например, сжимается) на усиливающем элементе. Один пример такого типа захватного узла проиллюстрирован в патенте США № 6805596 Куснела и др. (Quesnel et al.) (AFL), который включен сюда посредством ссылки во всей своей полноте. Этот захватный узел, проиллюстрированный Куснелом и др., выполнен как одно целое с соединителем и содержит стальную трубку для приема в ней усиливающего элемента. Между усиливающим элементом и стальной трубкой помещается алюминиевая втулка, а затем стальная трубка обжимается на усиливающем элементе.

[0066] Вышеизложенные варианты осуществления направлены на устройство оконцевания, которое обеспечивает вывод оптических волокон, например, так, чтобы



оптические волокна можно было изолировать и выборочно опрашивать или использовать для телекоммуникационных целей. Как было описано со ссылкой на Фиг. 1, многие линии электропередачи и распределения также включают в себя сплайсы, в которых два сегмента электрического кабеля электрически и механически соединяются вместе, например, в некотором положении между двумя опорными вышками. Многие из раскрытых выше концепций для вывода одного или более оптических волокон из устройства оконцевания, могут быть применены к сплайсам, чтобы гарантировать непрерывность оптического волокна в сплайсе.

[0067] Фиг. 18 иллюстрирует один вариант осуществления узла сращивания в соответствии с настоящим раскрытием. Узел 1820 сращивания электрически и механически соединяет два сегмента 1810a и 1810b подвешенного электрического кабеля. Электрическое соединение обеспечивается корпусом 1828 проводящей втулки, который находится в электрическом контакте с каждым сегментом 1810a/1810b кабеля, так что электричество может проходить от одного кабеля к другому через проводящую втулку. Внутри узла 1820 сращивания два сегмента 1810a и 1810b кабеля механически соединяются соединителем 1822. В частности, соединитель 1822 механически соединяет два захватных узла 1821a и 1821b, которые захватывают усиливающие элементы 1814a и 1814b сегментов 1810a и 1810b кабеля соответственно. Как проиллюстрировано на Фиг. 18A и 18B, сегмент 1817c оптического волокна соединяет оптическое волокно, связанное с электрическим кабелем 1810a, с оптическим волокном, связанным с электрическим кабелем 1810b, например, через разъемы 1847a и 1847b для оптического волокна. Как проиллюстрировано на Фиг. 18A, корпус 1828 проводящей втулки образован с использованием двух сегментов 1828a и 1828b, которые разделены в продольном направлении вдоль части длины проводящего корпуса 1828, например, в виде ласточкиного хвоста. Таким образом, после механического соединения двух сегментов 1810a и 1810b кабеля можно получить доступ к внутренней части узла 1820 сращивания, включая оптические волокна, и манипулировать ею. После этого два сегмента 1828a и 1828b проводящего корпуса могут быть собраны для завершения узла 1820 сращивания.

[0068] В другом варианте осуществления узел сращивания может включать в себя устройство распорного зажима, подобное устройству распорного зажима, проиллюстрированному выше на Фиг. 13-15. Фиг. 19 иллюстрирует разобранный вид такого узла сращивания. Узел 1920 сращивания механически и электрически соединяет два сегмента 1910a и 1910b электрического кабеля. Проводящая втулка 1928 обеспечивает электрическое соединение между сегментами 1910a и 1910b кабеля. Захватные узлы 1921a и 1921b крепятся к сегментам 1910a и 1910b электрического кабеля соответственно, т.е. путем захвата соответствующих усиливающих элементов. Каждый из захватных узлов 1921a и 1921b включает в себя выступ 1963a и 1963b, который выполнен с возможностью крепления внутри распорного зажима 1957, например, путем пропускания через выемки для выступов в распорном зажиме 1957. См. Фиг. 14-15. Таким образом, как и в случае устройств оконцевания, раскрытых выше относительно Фиг. 13-15, распорный зажим

1957 преимущественно обеспечивает рабочее пространство для манипулирования оптическими волокнами внутри узла 1920 сращивания, например, через оконный проём, как проиллюстрировано на Фиг. 13А-13С.

[0069] Фиг. 20А и 20В иллюстрируют дополнительный вариант осуществления узла сращивания, который включает в себя оконные проёмы для доступа к оптическому волокну(ам) и/или его прокладки. Узел 2020 сращивания включает в себя два оконных проёма 2054а и 2054b в проводящем корпусе 2028, которые обеспечивают доступ к внутренней части узла сращивания. Оконные проёмы 2054а и 2054b располагаются на противоположных сторонах соединителя 2022, который соединяет захватные узлы 2021а и 2021b. Оконные проёмы 2054а и 2054b также располагаются около концов сегментов 2010а и 2010b электрического кабеля, обеспечивая легкость доступа к оптическим волокнам, отходящим от электрических кабелей. Как проиллюстрировано на Фиг. 20, сегмент 2017с оптического волокна функционально соединяется с оптическими волокнами, отходящими от электрических кабелей 2010а и 2010b, например, с помощью сплайса для волокон и прокладывается через оконные проёмы 2054а и 2054b, чтобы избежать прохождения через захватные узлы и соединитель. Как и в случае с раскрытым выше устройством оконцевания съемные крышки 2055а и 2055b оконных проёмов закрывают и герметизируют оконные проёмы 2054а и 2054b и позволяют осуществлять доступ к внутренней части узла сращивания во время и после сборки сплайса.

[0070] Фиг. 21А и 21В иллюстрируют другой вариант осуществления узла сращивания, который включает в себя кольцо для оптического волокна, позволяющее пропускать оптическое волокно(а) через внутреннюю часть узла сращивания. Фиг. 21А иллюстрирует кольцо 2165 для оптического волокна. Кольцо 2165 обычно является круглым и включает в себя по меньшей мере одну, и предпочтительно более одной удерживающей оптическое волокно выемки 2166а на окружности кольца 2165. Удерживающая выемка 2166а конфигурируется, например, имеет размер и форму, чтобы удерживать оптическое волокно, которое проходит через выемку 2166а. Удерживающее кольцо 2165 может быть изготовлено из упругого материала, такого как высокотемпературный эластомер. Как проиллюстрировано на Фиг. 21В, вокруг захватных узлов 2121а и 2121b может быть помещено множество колец 2165а-2165d, например, на противоположных концах каждого захватного узла. Таким образом, кольца 2165а-2165d имеют размер и форму, обеспечивающие плотную посадку, например, фрикционную посадку поверх внешней части захватных узлов. Кроме того, выемки для оптического волокна будут расположены, чтобы позволить одному или более оптическим волокнам проходить поверх захватных узлов 2121а и 2121b и через сращивание, одновременно снижая вероятность повреждения оптических волокон.

[0071] Фиг. 22А и 22В иллюстрируют другой вариант осуществления узла сращивания в соответствии с настоящим раскрытием. Узел 2220 сращивания механически и электрически соединяет два сегмента 2210а и 2210b кабеля. В частности, соединитель 2222 механически соединяет два захватных узла 2221а и 2221b, которые захватывают

усиливающие элементы 2214a и 2214b сегментов 2210a и 2210b кабеля соответственно. Соединитель 2222 включает в себя две части 2222a и 2222b, которые соединяются резьбовым образом за счет сопрягаемых резьб 2267a и 2267b, расположенных на двух частях 2222a и 2222b соединителя. Один резьбовой участок 2267b, связанный с частью 2222b соединителя, выполнен с возможностью свободного вращения вокруг своей продольной оси для сопряжения с резьбовым участком 2267a на части 2222a соединителя. Таким образом, резьбовой участок 2267b выполнен с возможностью вращения и сопряжения с резьбой 2267a без необходимости вращения также всей части 2222b соединителя.

[0072] Как проиллюстрировано на Фиг. 22В, сегмент 2217a оптического волокна, связанный с кабелем 2210a, функционально сращивается с оптическим волокном 2217c, связанным с электрическим кабелем 2210b, а оптическое волокно 2217b функционально сращивается с оптическим волокном 2217d. Сплайсы, например, сплавные сплайсы, содержатся внутри соединителя 2222 и, в частности, находятся в туннеле 2269, который проходит через соединитель 2222. В результате сращивания, соединяющие оптические волокна, могут быть выполнены до резьбового сопряжения двух частей 2222a/2222b соединителя 2222. В частности, оптические волокна 2217a и 2217b могут быть вставлены через туннель 2269 в первой части 2222a, а оптические волокна 2222b могут быть вставлены через туннель 2269 во второй части 2222b. После того, как сращивания завершены, две части 2222a и 2222b соединителя могут быть сведены вместе и соединены резьбой, причем сращивания находятся в туннеле 2269. Поскольку резьба 2267b вращается свободно, сопряжение двух частей 2222a и 2222b соединителя не будет вызывать механических напряжений, например, скручивающих напряжений, возникающих на оптических волокнах или сращиваниях во время создания узла 2220 сращивания на электрической линии.

[0073] Фиг. 23А-23С иллюстрируют узел сращивания, включающий в себя систему приемной катушки, выполненную с возможностью защиты и управления оптическим волокном между внутренними и внешними компонентами арматуры для сращивания. Фиг. 23А иллюстрирует частичный разрез узла 2320 сращивания, включающего такую систему 2370 катушки. Система 2370 катушки состоит из трех компонентов, а именно двух конусных фитингов 2371a и 2371b, расположенных на соответствующих концах захватных узлов 2321a и 2321b, и приемной катушки 2372, расположенной между двумя конусными фитингами 2371a и 2371b, например, поверх соединителя 2322.

[0074] Конусные фитинги 2371a/2371b выполнены с возможностью направления одного или более оптических волокон от усиливающих элементов, например, от поверхности усиливающих элементов, через край захватных узлов 2321a/2321b, сохраняя при этом минимальный радиус изгиба оптических волокон для уменьшения вероятности их повреждения во время сборки. Со ссылкой на Фиг. 23В конусный фитинг 2371a содержит туннель 2372, имеющий внутренний диаметр 2373id, конфигурируемый (например, по размеру и форме) для совмещения конусного фитинга 2371 с усиливающим

элементом, например, для размещения поверх конца усиливающего элемента. Внутренняя закругленная поверхность 2371ig выполнена с возможностью направления оптического волокна вверх от усиливающего элемента, сохраняя при этом минимальный радиус изгиба. Внешняя закругленная поверхность 2371og выполнена с возможностью направления нити (волокна) вниз, например, по существу по касательной к внешней поверхности захватного узла. Разрез 2375 на поверхности, например, выемка, выполнен с возможностью направления оптического волокна по спирали вокруг внешнего диаметра захватного узла 2321a, сохраняя при этом минимальный радиус изгиба оптического волокна. Раздвоенный (вилкообразный) выступ 2376 предотвращает зацепление оптического волокна за плоские поверхности захватного узла 2321a, такие как лыски под ключ на корпусе. Поворотное соединение 2374 обеспечивает вращение внешней закругленной поверхности 2371og относительно разреза 2375 на поверхности, позволяя совмещать внешнюю закругленную поверхность 2371og и разрез 2375 на поверхности, например, по часовой стрелке. Конусный фитинг имеет внешний диаметр, который достаточно мал, чтобы обеспечить посадку внутри проводящей втулки 2328, но достаточно велик, чтобы обеспечить предотвращение деформации между конусным фитингом 2371, оптическим волокном и проводящей втулкой 2328.

[0075] Со ссылкой на Фиг. 23С приемная катушка 2372 выполнена с возможностью управления геометрией, например, изгибом оптического волокна (волокон) для сохранения минимального радиуса изгиба. Для этой цели катушка 2372 включает в себя зажим 2378 для определения места сращивания, например, сплавной сплайс для соединения двух оптических волокон. Внутренний диаметр 2372id соответствует захватному узлу, позволяя катушке 2372 зажиматься на место и свободно вращаться вокруг её продольной оси. Внутренняя кромка 2379 выполнена с возможностью размещения катушки 2372 на конце захватного узла. Разрез 2380 на поверхности выполнен с возможностью направления оптического волокна по спирали вокруг внешнего диаметра захватного узла с учетом ширины муфты для сплавного сплайса, сохраняя при этом минимальный радиус изгиба. Наружный диаметр 2372od катушки 2372 является достаточно малым, чтобы обеспечить посадку внутри проводящей втулки 2328, но достаточно большим, чтобы обеспечить предотвращение деформации между катушкой 2372, оптическим волокном и проводящей втулкой 2328.

[0076] Фиг. 23D схематически иллюстрирует способ использования системы катушки в соответствии с настоящим раскрытием. Провод 2311a сегмента 2310a электрического кабеля отсекают от усиливающего элемента 2314a, например, оставляя отрезок усиливающего элемента 2314a и оптического волокна 2317a открытыми. Проводящую втулку (не проиллюстрирована) сдвигают поверх электрического кабеля 2311a. Оптическое волокно 2317a отделяют от усиливающего элемента 2314a, например, отслаивают от поверхности усиливающего элемента. Аналогичный процесс выполняют для зачистки сегмента электрического кабеля на противоположной стороне и для отделения оптического волокна. На обоих концах усиливающих элементов устанавливают

конусные фитинги 2371a и 2371b, и оптические волокна 2317a и 2317b пропускают через конусные фитинги 2371a и 2371b. Затем усиливающие элементы обрезают, оставляя концы оптических волокон 2317a и 2317b свободными от усиливающих элементов.

[0077] Компоненты узла сращивания, например, захватные узлы 2321a и 2321b и соединитель 2322 устанавливают, оставляя оптические волокна 2317a и 2317b свободными. Затем два свободных конца оптических волокон 2317a и 2317b сращивают, например, путем формирования сплавного сплайса 2346. Поскольку свободная длина сращенных оптических волокон 2317a и 2317b превышает длину узла 2310a сращивания, оптические волокна висят петлей под узлом сращивания. Для управления избыточной длиной оптических волокон приемную катушку 2372 устанавливают на соединитель 2322, и сплавной сплайс 2346 зажимают в центре катушки. Затем конусные фитинги 2371a и 2371b обжимают на концах захватных узлов, и катушку 2372 вращают вокруг оси соединителя до тех пор, пока по существу не исчезнет вся слабина оптических волокон 2317a и 2317b.

[0078] Вышеописанные варианты осуществления иллюстрируют устройство оконцевания и узлы сращивания, компоненты и способы, реализуемые с помощью армированного волокном композитного усиливающего элемента, имеющего единственный усиливающий элемент. Однако, эти варианты осуществления также могут быть реализованы с помощью многокомпонентных усиливающих элементов (см., например, Фиг. 4B), изготовленных из армированного волокном композитного материала или из традиционных материалов, таких как сталь, как в конфигурации ACSR (алюминиевый провод, армированный сталью) или конфигурации ACSS (алюминиевый провод, поддерживаемый сталью). Эти варианты осуществления также могут быть реализованы с помощью алюминиевого многокомпонентного усиливающего элемента, такого как в конфигурации AAAC (провод из алюминиевого сплава). Кроме того, эти варианты осуществления могут быть реализованы с помощью OPGW (оптического провода заземления).

[0079] Некоторые компоненты вышеописанного устройства оконцевания и узлов сращивания могут быть изготовлены из высокопрочных металлов, таких как сталь, включая нержавеющую сталь. Они включают в себя захватные узлы, например, цангу и корпусные компоненты, и соединители. Компоненты, требующие более высокой электрической проводимости, такие как проводящие втулки, могут быть изготовлены, например, из алюминия.

[0080] В то время как были подробно описаны различные варианты осуществления устройства оконцевания, сплайса и способов оконцевания и сращивания подвесного электрического кабеля, специалистам в данной области техники будут очевидны модификации и адаптации этих вариантов осуществления. Однако следует ясно понимать, что такие модификации и адаптации находятся в пределах сущности и объема настоящего раскрытия.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Устройство оконцевания для использования с подвесным электрическим кабелем, содержащее:

захватный узел, выполненный с возможностью захвата усиливающего элемента подвесного электрического кабеля, содержащий канал захватного узла, расположенный вдоль внешней поверхности захватного узла и выполненный с возможностью крепления одного или более оптических волокон внутри канала захватного узла; и

соединитель, сформированный как одно целое с захватным узлом или выполненный с возможностью функционального присоединения к нему и содержащий тело соединителя и канал тела соединителя, расположенный вдоль внешней поверхности тела соединителя и выполненный с возможностью крепления одного или более оптических волокон внутри канала тела соединителя.

2. Устройство оконцевания по п. 1, в котором захватный узел содержит прижимной клин.

3. Устройство оконцевания по п. 2, в котором прижимной клин содержит цангу и корпус цанги, который выполнен с возможностью приема цанги внутри корпуса цанги.

4. Устройство оконцевания по п. 3, в котором канал захватного узла расположен на наружной поверхности корпуса цанги.

5. Устройство оконцевания по любому из пп. 3 или 4, в котором тело соединителя содержит резьбу тела соединителя, и при этом корпус цанги содержит резьбу корпуса цанги, причем резьба тела соединителя выполнена с возможностью сопряжения с резьбой корпуса цанги для резьбового крепления корпуса цанги с телом соединителя.

6. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-5, в котором канал захватного узла проходит от одного конца захватного узла до второго конца захватного узла.

7. Устройство оконцевания по п. 6, в котором канал захватного узла проходит вдоль внешней поверхности захватного узла по существу линейным образом.

8. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-7, в котором канал тела соединителя проходит от первого конца тела соединителя до второго конца тела соединителя.

9. Устройство оконцевания по п. 8, в котором канал тела соединителя проходит вдоль внешней поверхности тела соединителя по существу линейным образом.

10. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-9, дополнительно содержащее внешнюю проводящую втулку, содержащую проводящий корпус и полость внутри проводящего корпуса, при этом проводящий корпус выполнен с возможностью размещения поверх захватного узла и поверх соединителя, когда захватный узел функционально присоединен к соединителю.

11. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-10, содержащее крепежную деталь, функционально присоединенную к телу соединителя.

12. Устройство оконцевания по п. 11, в котором крепежная деталь сформирована как одно целое с телом соединителя.

13. Устройство оконцевания по любому из пп. 11 или 12, в котором крепежная деталь содержит рым-болт.

14. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-13, дополнительно содержащее направляющую для уменьшения деформаций, имеющую направляющее отверстие, выполненное с возможностью перенаправления оптического волокна из электрического кабеля в канал захватного узла.

15. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-14, дополнительно содержащее отверстие для оптического волокна, выполненное с возможностью обеспечения прохода оптического волокна через это отверстие.

16. Устройство оконцевания по п. 15, в котором отверстие для оптического волокна расположено на конце соединителя.

17. Устройство оконцевания для крепления подвесного электрического кабеля, имеющего усиливающий элемент, электрический провод, окружающий усиливающий элемент, и одно или более оптических волокон, связанных с электрическим кабелем, причем устройство содержит:

захватный узел для захвата усиливающего элемента, содержащий канал захватного узла, расположенный вдоль внешней поверхности захватного узла;

соединитель, сформированный как одно целое с захватным узлом или функционально прикрепленный к нему и содержащий тело соединителя и канал тела соединителя, расположенный вдоль внешней поверхности тела соединителя;

по меньшей мере первое оптическое волокно, расположенное внутри канала захватного узла и внутри канала тела соединителя.

18. Устройство оконцевания по п. 17, в котором захватный узел содержит прижимной клин.

19. Устройство оконцевания по п. 18, в котором прижимной клин содержит цангу и корпус цанги, который принимает цангу внутри корпуса цанги.

20. Устройство оконцевания по п. 19, в котором канал захватного узла расположен на наружной поверхности корпуса цанги.

21. Устройство оконцевания по любому из пп. 19 или 20, в котором тело соединителя содержит резьбу тела соединителя, и при этом корпус цанги содержит резьбу корпуса цанги, причем резьба тела соединителя функционально зацепляется с резьбой корпуса цанги для резьбового крепления корпуса цанги с телом соединителя.

22. Устройство оконцевания по любому из пп. 17-21, в котором канал захватного узла проходит от одного конца захватного узла до второго конца захватного узла.

23. Устройство оконцевания по п. 22, в котором канал захватного узла проходит вдоль внешней поверхности захватного узла по существу линейным образом.

24. Устройство оконцевания по любому из пп. 17-23, в котором канал тела соединителя проходит от первого конца тела соединителя до второго конца тела соединителя.

25. Устройство оконцевания по п. 24, в котором канал тела соединителя проходит

вдоль внешней поверхности тела соединителя по существу линейным образом.

26. Устройство оконцевания по любому из пп. 17-25, дополнительно содержащее внешнюю проводящую втулку, содержащую проводящий корпус и полость внутри проводящего корпуса, при этом проводящий корпус расположен поверх захватного узла и поверх соединителя.

27. Устройство оконцевания по любому из пп. 17-26, содержащее крепежную деталь, функционально присоединенную к телу соединителя.

28. Устройство оконцевания по п. 27, в котором крепежная деталь сформирована как одно целое с телом соединителя.

29. Устройство оконцевания по любому из пп. 27 или 28, в котором крепежная деталь содержит рым-болт.

30. Устройство оконцевания по любому из пп. 17-29, дополнительно содержащее направляющую для уменьшения деформаций, имеющую направляющее отверстие, которое перенаправляет оптическое волокно из электрического кабеля в канал захватного узла.

31. Устройство оконцевания по любому из пп. 17-30, дополнительно содержащее отверстие для оптического волокна, при этом оптическое волокно проходит через это отверстие, обеспечивающее доступ к концу оптического волокна.

32. Устройство оконцевания по п. 31, в котором отверстие для оптического волокна расположено на конце соединителя.

33. Устройство оконцевания для крепления подвесного электрического кабеля, имеющего усиливающий элемент, электрический провод, окружающий усиливающий элемент, и одно или более оптических волокон, связанных с электрическим кабелем, причем устройство содержит:

захватный узел, захватывающий усиливающий элемент;

соединитель, сформированный как одно целое с захватным узлом или функционально присоединенный к нему и содержащий тело соединителя и туннель тела соединителя, проходящий через тело соединителя; и

по меньшей мере первое оптическое волокно, расположенное в туннеле тела соединителя.

34. Устройство оконцевания для использования с подвесным электрическим кабелем, имеющим центральный усиливающий элемент и электрический провод, расположенный поверх усиливающего элемента, содержащее:

захватный узел, выполненный с возможностью захвата усиливающего элемента подвесного электрического кабеля;

соединитель, сформированный как одно целое с захватным узлом или выполненный с возможностью функционального присоединения к захватному узлу;

внешнюю втулку, содержащую корпус втулки, образующий в себе полость, при этом корпус втулки содержит в себе отверстие, которое позиционировано расположенным между захватным узлом и концом электрического провода, когда внешняя втулка



функционально обжата поверх захватного узла и соединителя; и

разъем для оптического волокна, выполненный с возможностью функционального размещения внутри отверстия для обеспечения соединения оптического волокна через внешнюю втулку.

35. Захватный узел, выполненный с возможностью использования с устройством оконцевания для подвесного электрического кабеля, имеющего усиливающий элемент, электрический провод, окружающий усиливающий элемент, и одно или более оптических волокон, связанных с электрическим кабелем, причем захватный узел содержит:

просвет, расположенный в захватном узле, выполненный с возможностью функционального приема в нём усиливающего элемента электрического кабеля; и

канал, расположенный на наружной поверхности захватного узла и проходящий от первого конца захватного узла ко второму концу захватного узла, выполненный с возможностью приема в нём упомянутых одного или более оптических волокон.

36. Захватный узел по п. 35, в котором просвет расположен в цанге, а канал расположен на наружной поверхности корпуса цанги, выполненного с возможностью функционального приема в нём цанги.

37. Узел сращивания для механического и электрического соединения двух сегментов воздушной линии электропередачи, содержащий:

первый захватный узел для функционального захвата первого сегмента воздушной линии электропередачи и второй захватный узел для функционального захвата второго сегмента воздушной линии электропередачи, причем каждый из первого и второго захватных узлов содержит выступ на конце захватного узла, противоположном сегменту электрического кабеля;

распорный зажим, функционально соединяющий первый захватный узел со вторым захватным узлом, при этом распорный зажим содержит прорезь для доступа, обеспечивающую доступ к рабочему пространству внутри распорного зажима, и содержит две выемки для выступов в боковой стенке распорного зажима, причем выступы захватного узла вставляются через выемки для выступов и крепятся распорным зажимом; и

корпус проводящей втулки, расположенный поверх захватных узлов и распорного зажима и электрически соединяющий провод первого сегмента кабеля с проводом второго сегмента кабеля.

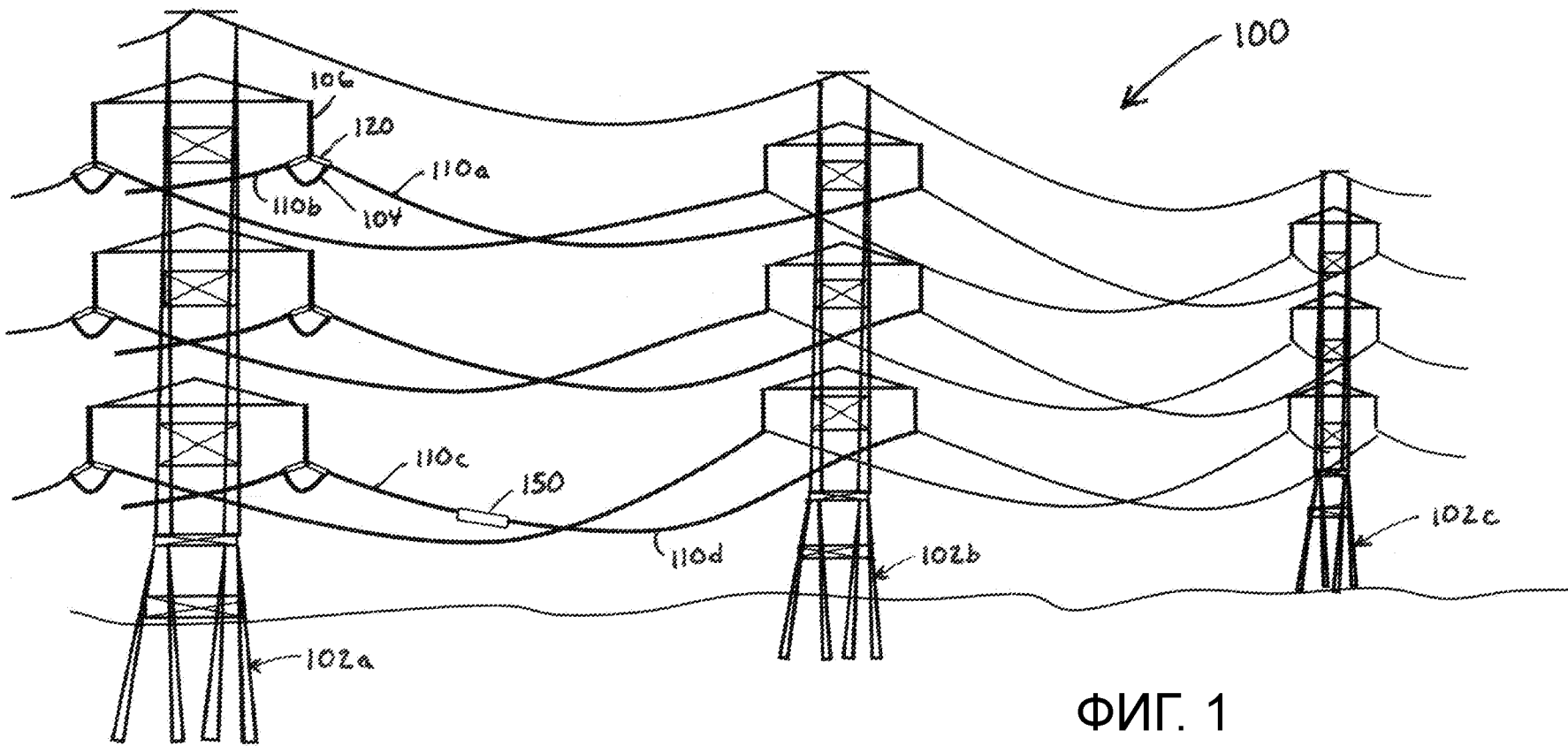
38. Узел сращивания по п. 37, содержащий оконный проём, расположенный в корпусе проводящей втулки.

39. Узел сращивания по п. 38, содержащий крышку оконного проёма, съёмным образом закрывающую оконный проём.

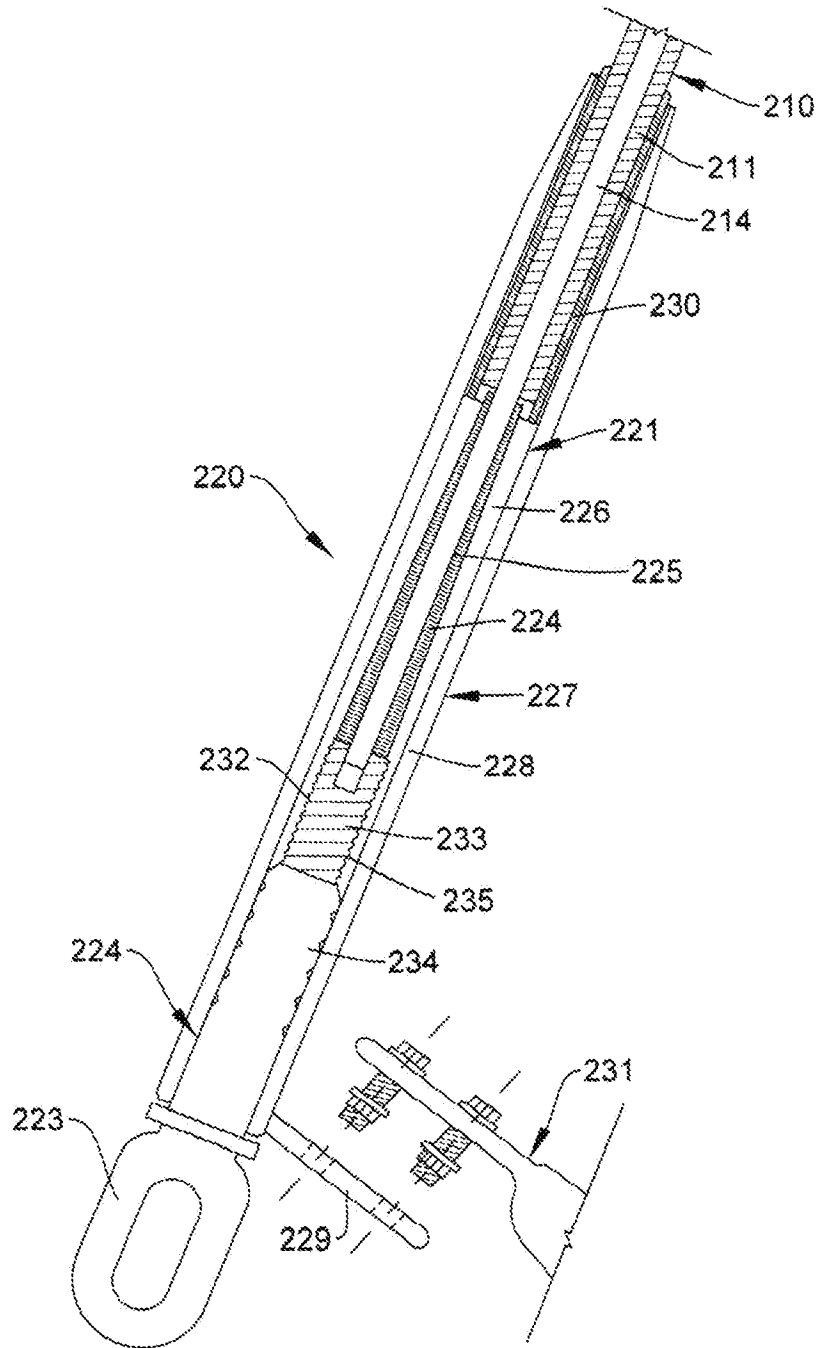
40. Узел сращивания по любому из пп. 37-39, в котором каждый из первого сегмента подвесного электрического кабеля и второго сегмента подвесного электрического кабеля содержит по меньшей мере одно оптическое волокно, связанное с сегментом подвесного электрического кабеля, при этом оптическое волокно первого

сегмента функционально соединяется с оптическим волокном второго сегмента внутри узла сращивания.

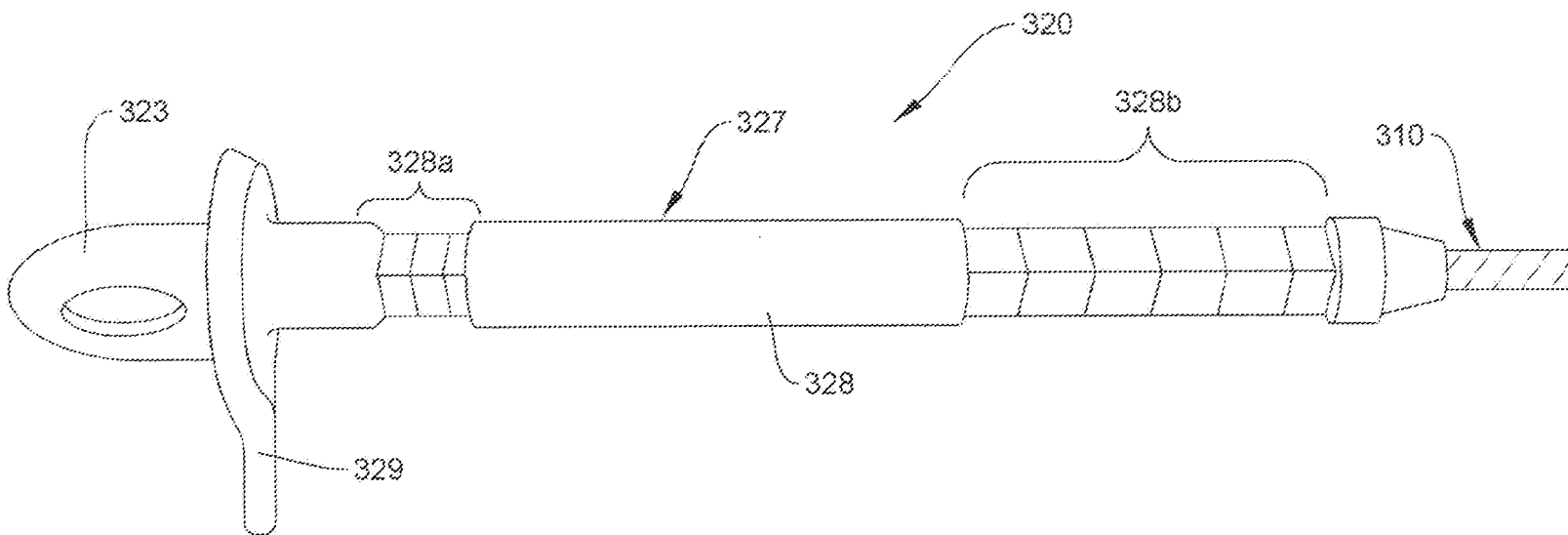
По доверенности



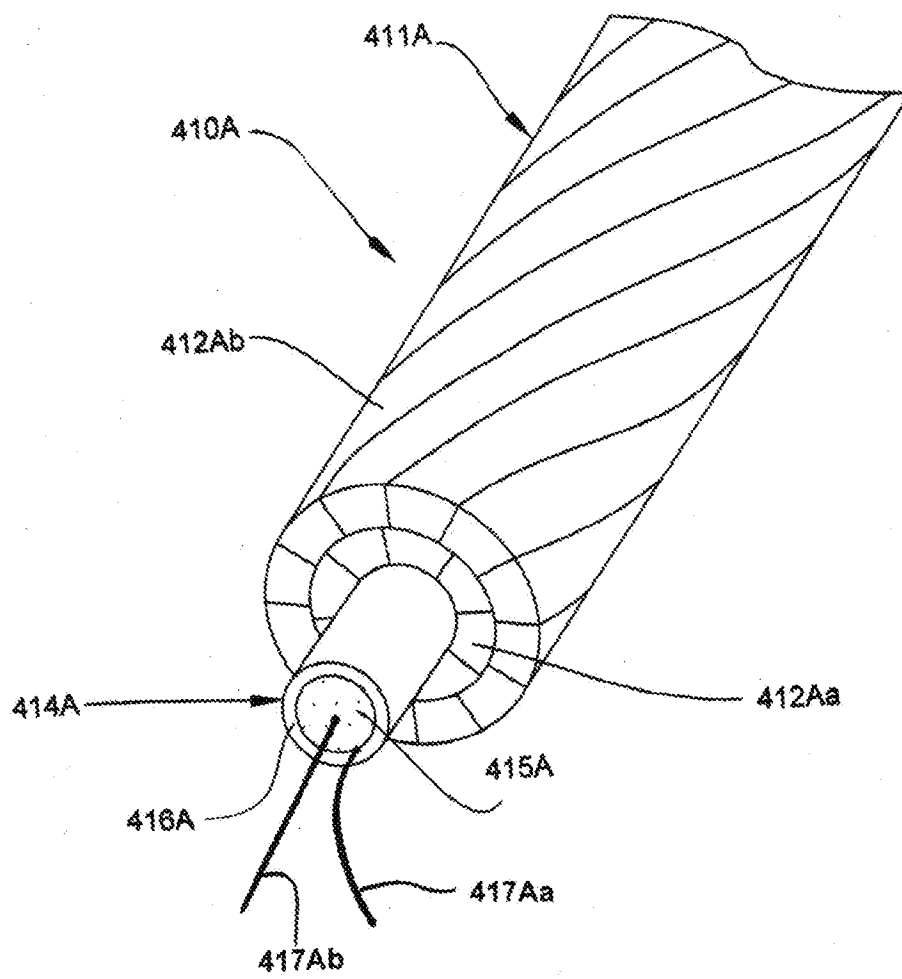
ФИГ. 1



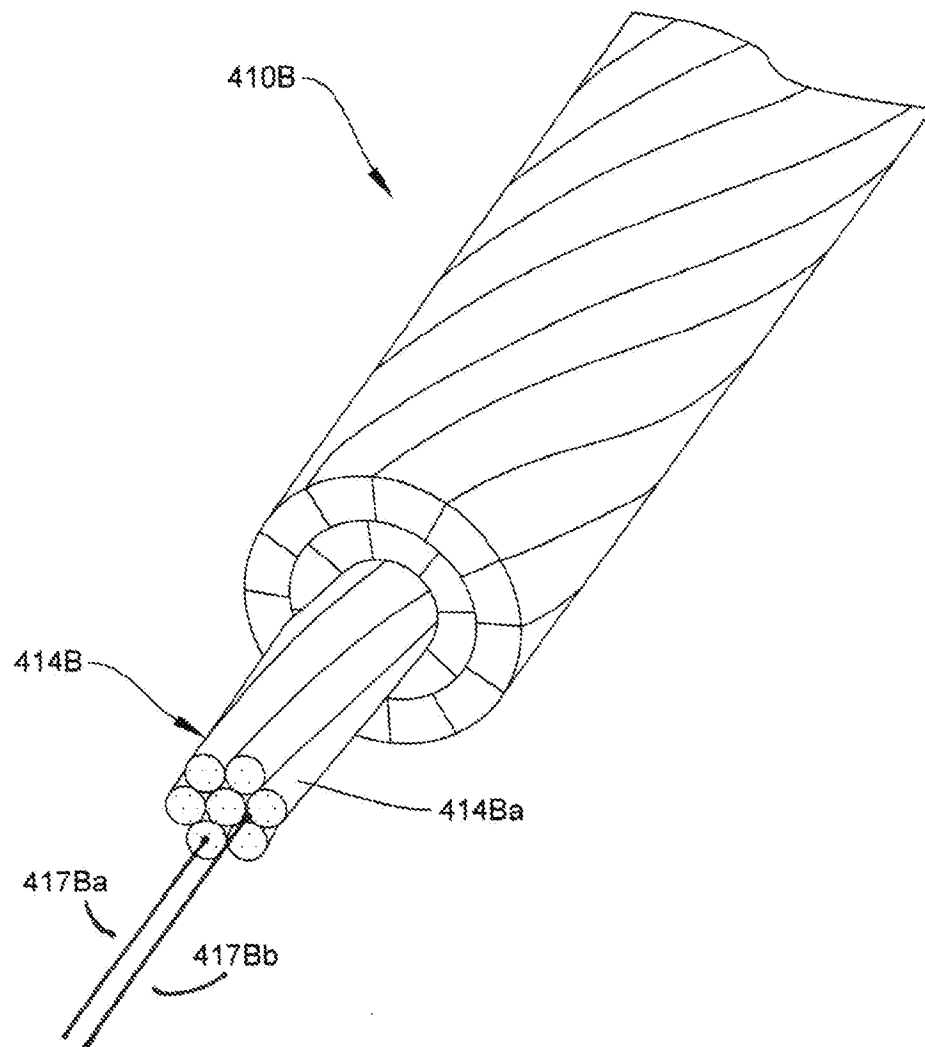
ФИГ. 2



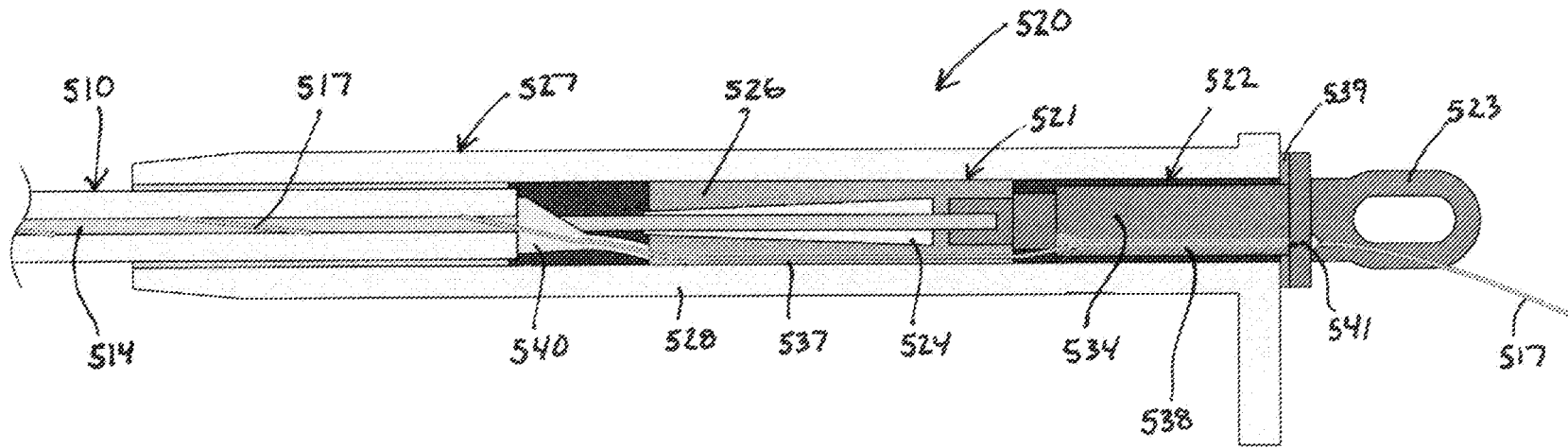
ФИГ. 3



ФИГ. 4А

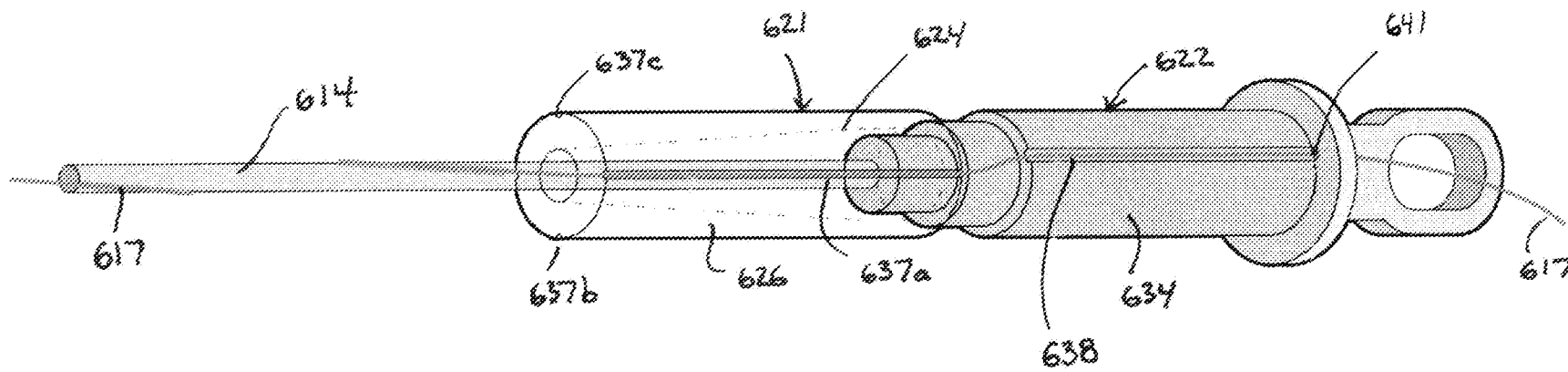


ФИГ. 4В

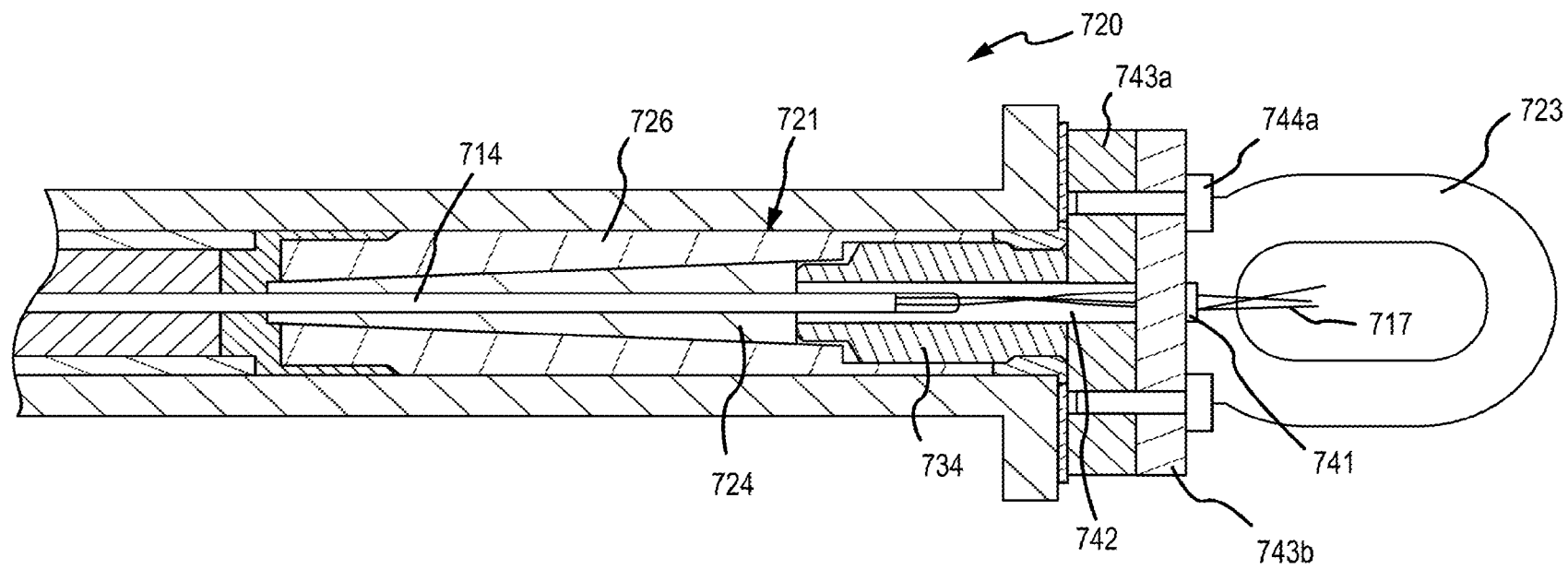


ФИГ. 5

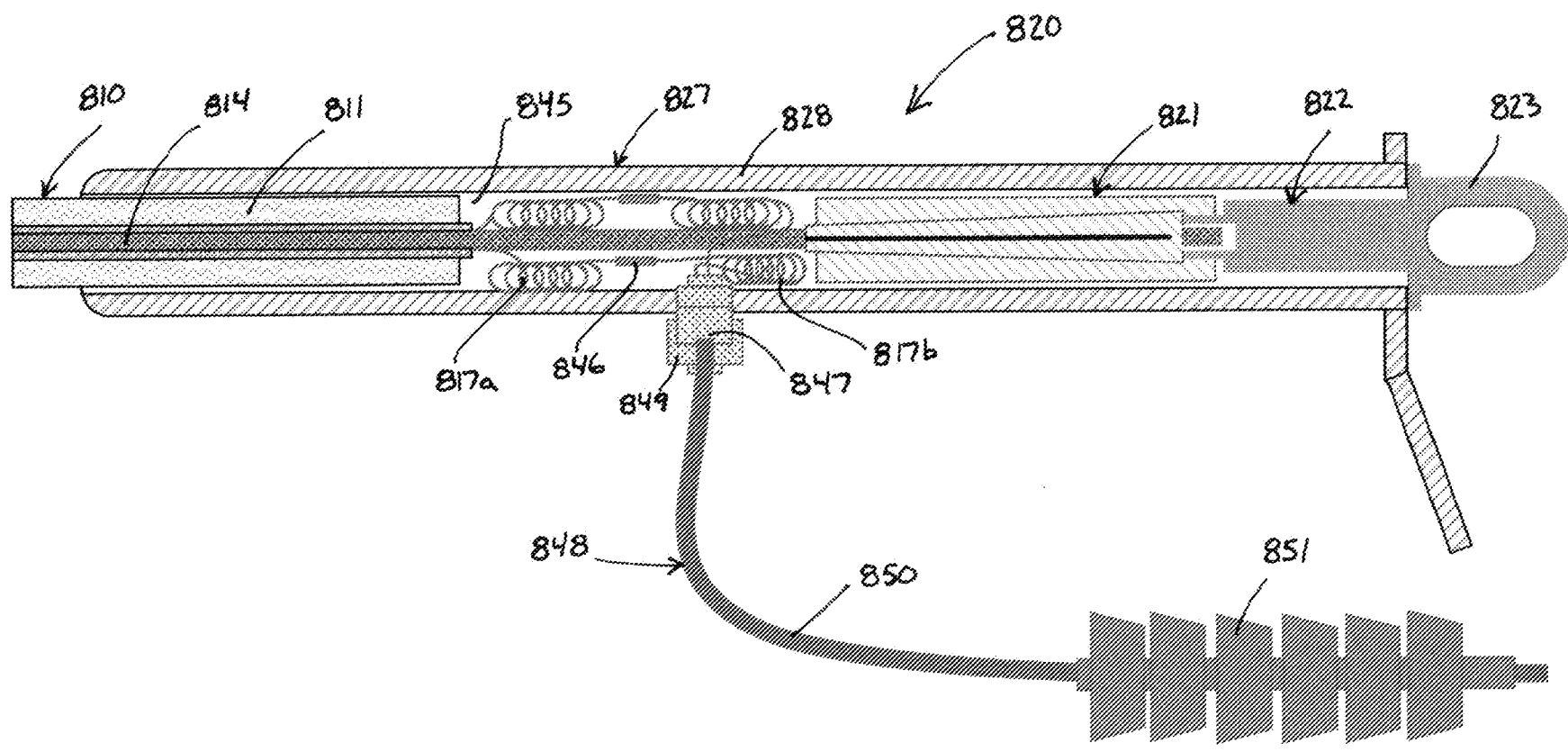




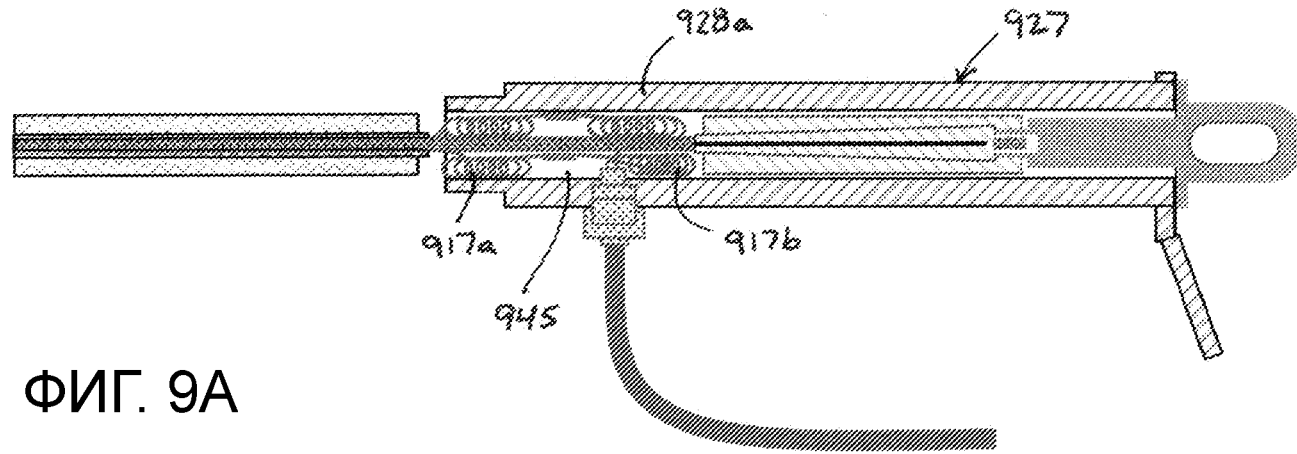
ФИГ. 6



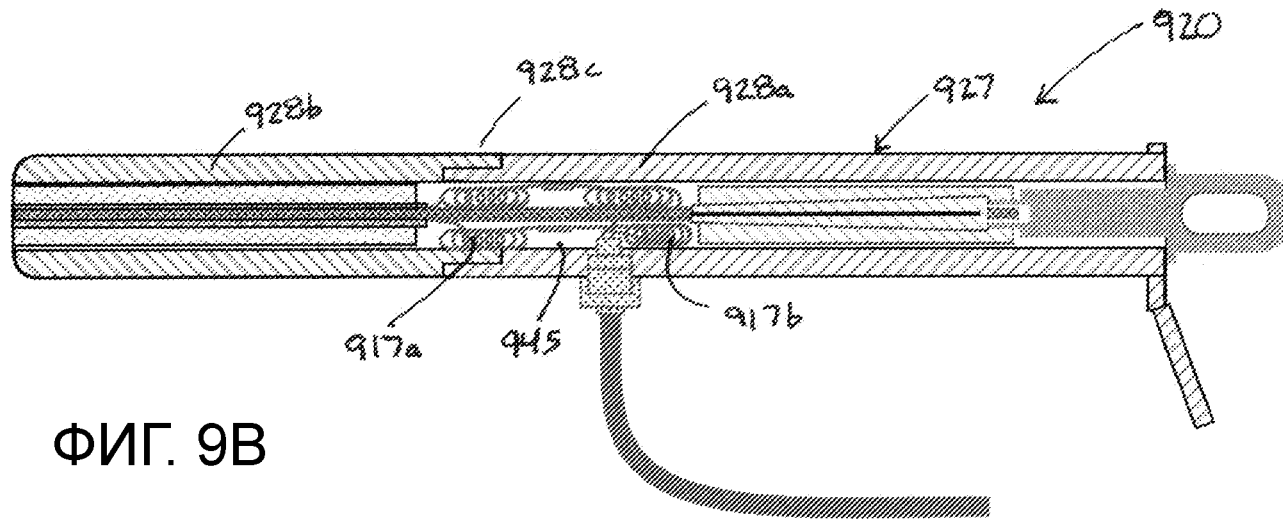
ФИГ. 7



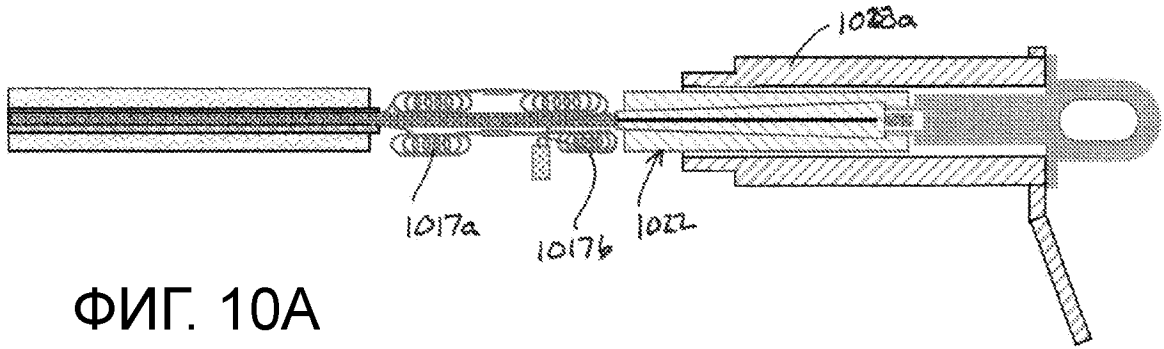
ФИГ. 8



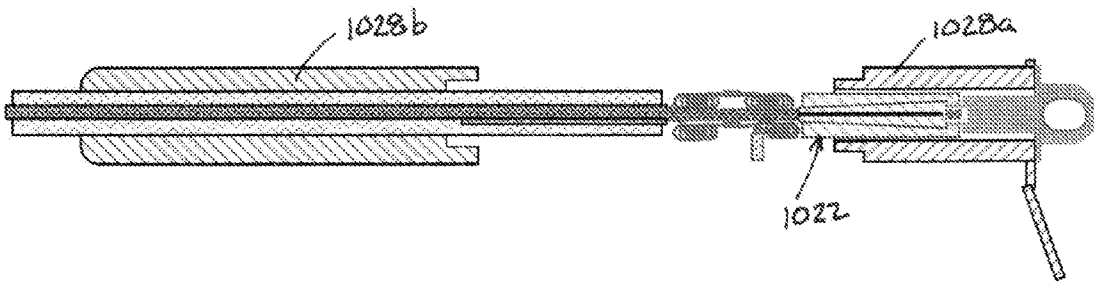
ФИГ. 9А



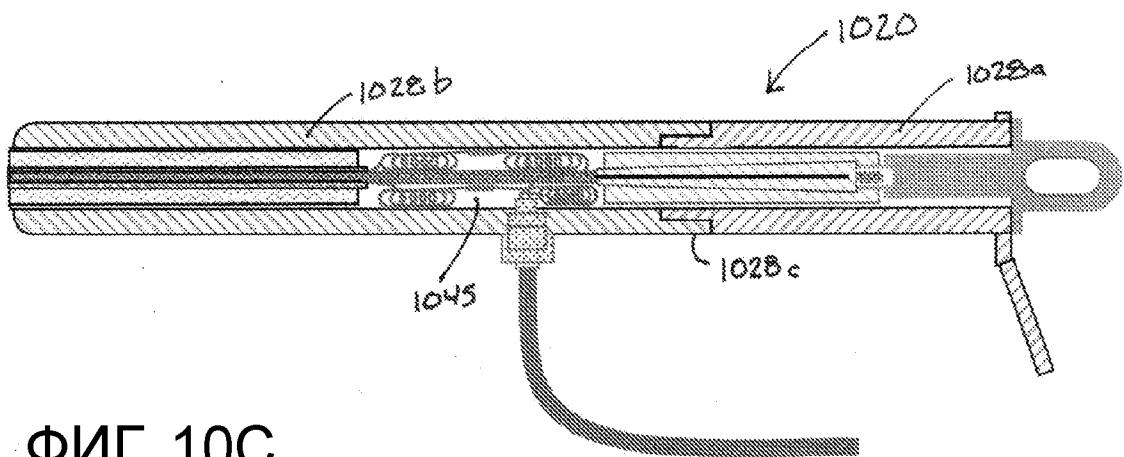
ФИГ. 9В



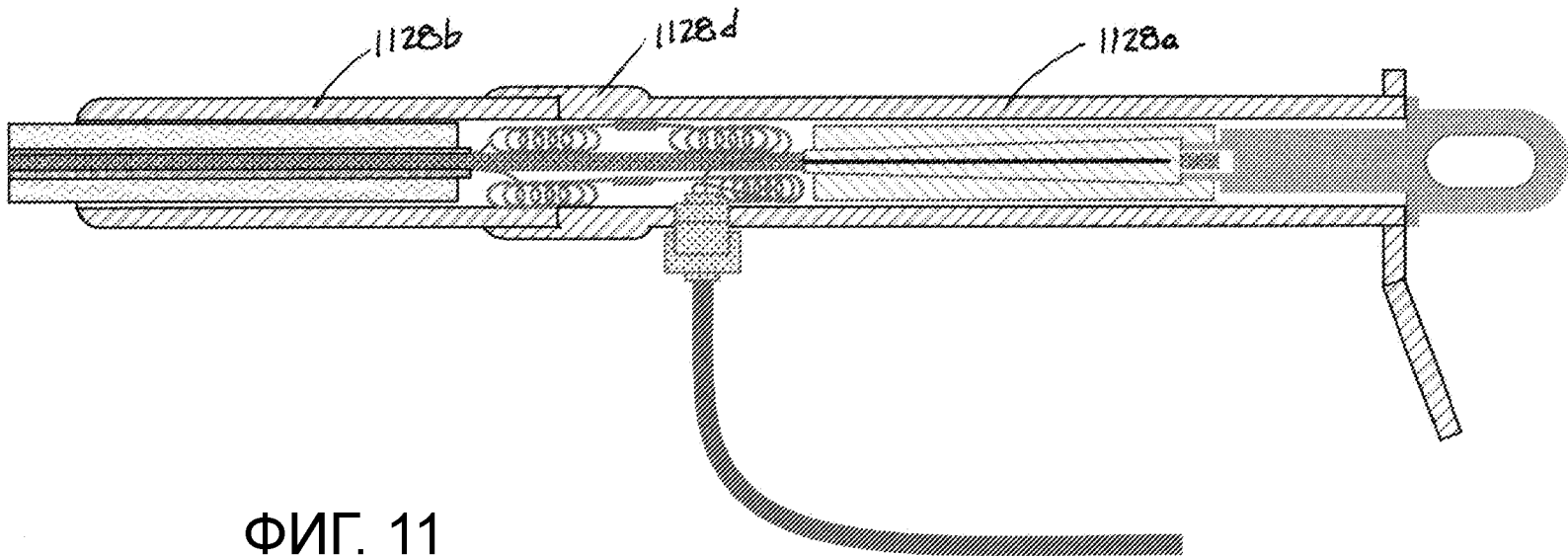
ФИГ. 10А



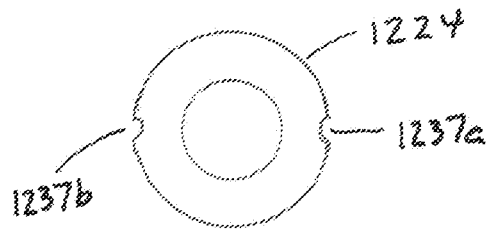
ФИГ. 10В



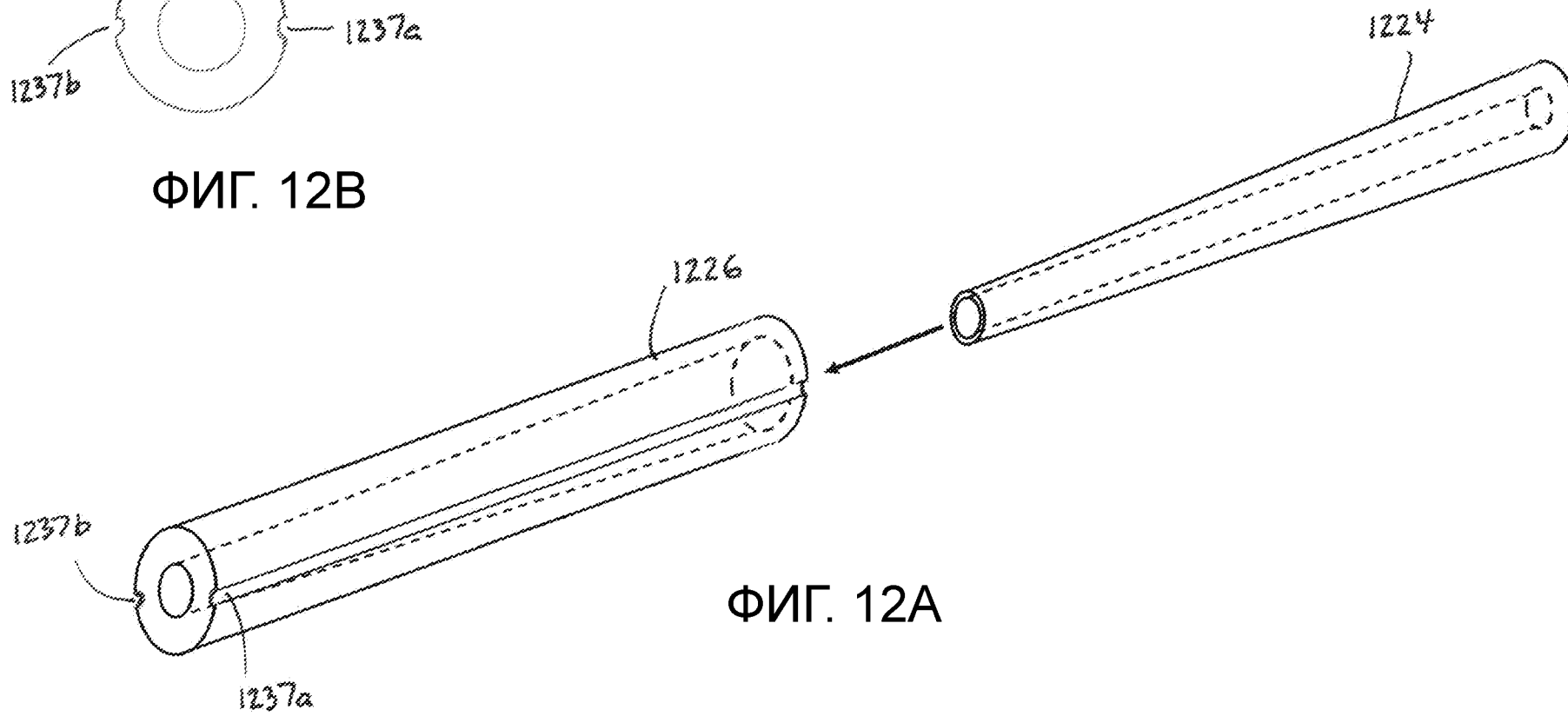
ФИГ. 10С



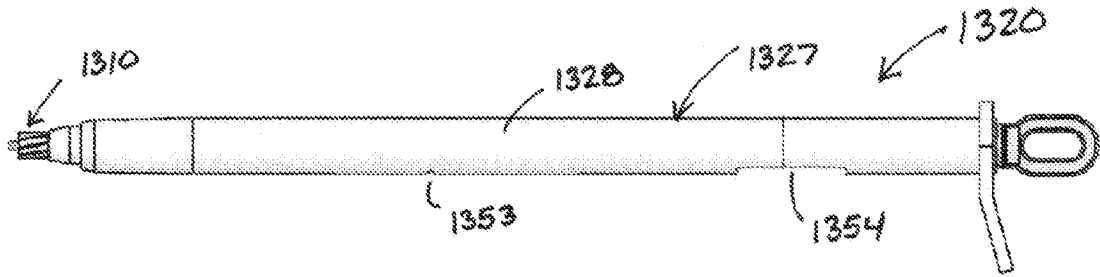
ФИГ. 11



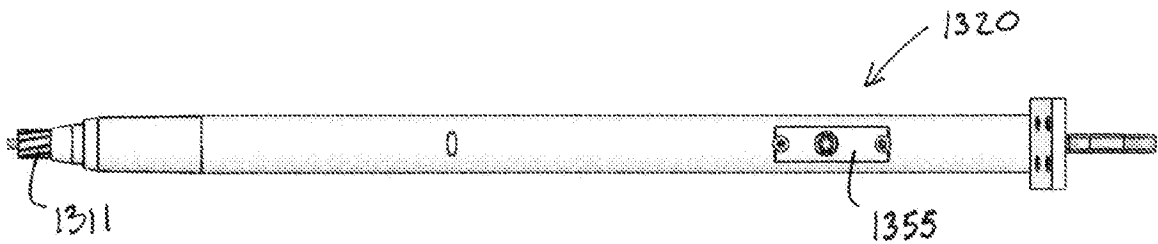
ФИГ. 12В



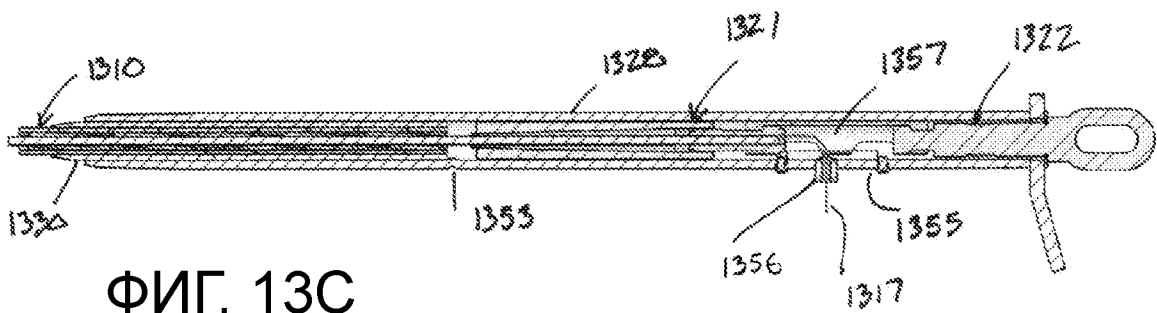
ФИГ. 12А



ФИГ. 13А

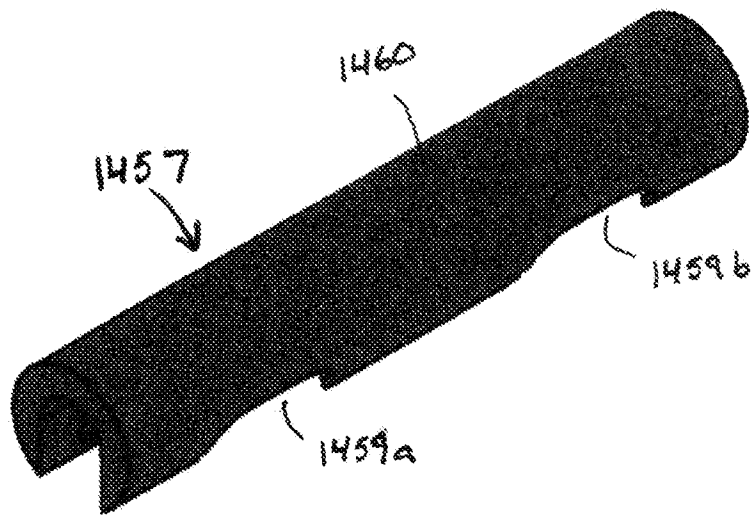


ФИГ. 13В

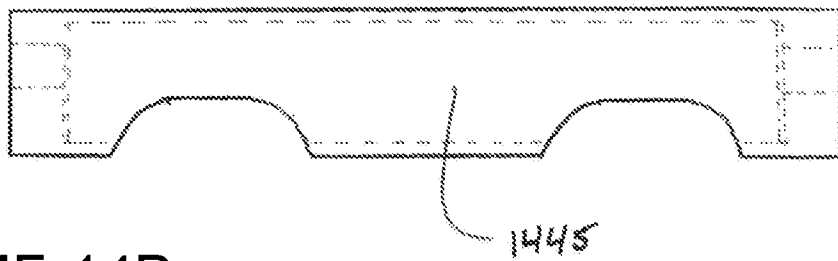


ФИГ. 13С

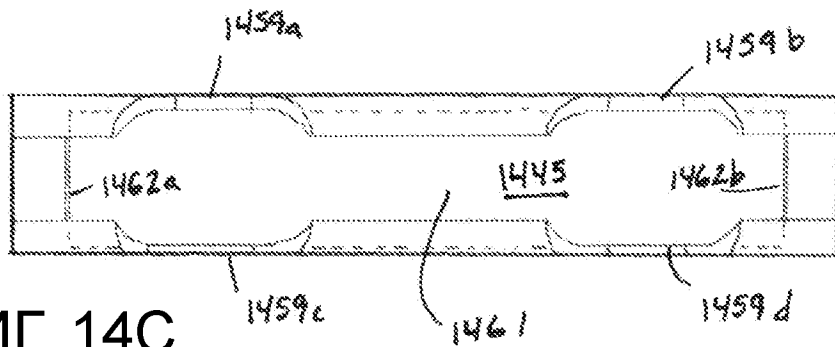




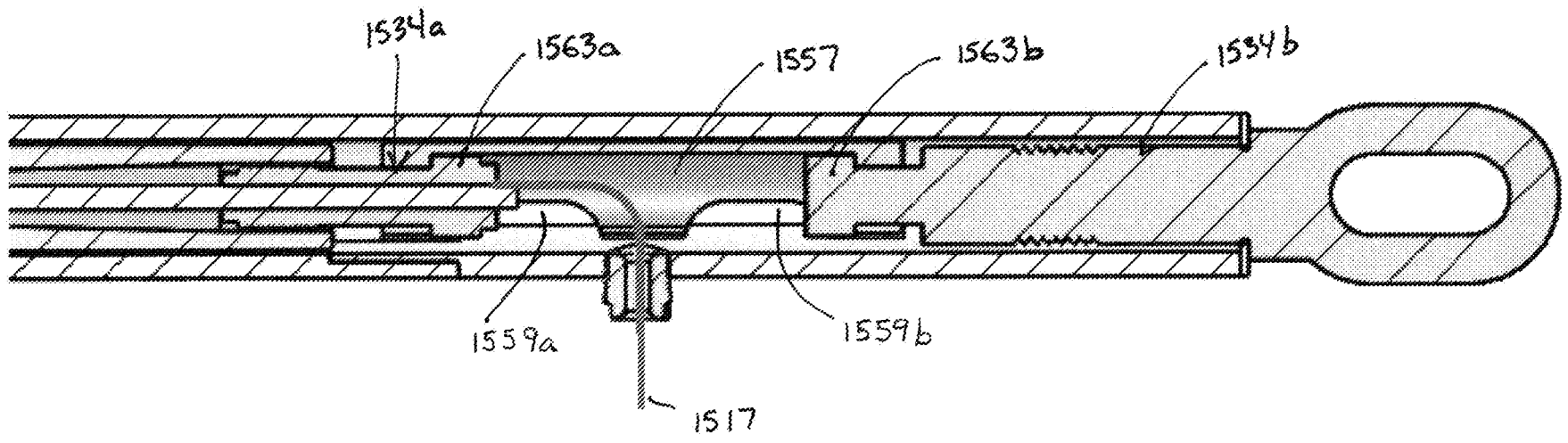
ФИГ. 14А



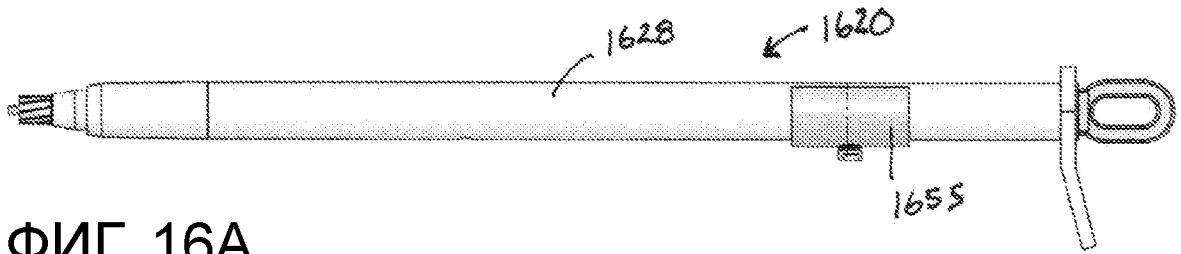
ФИГ. 14В



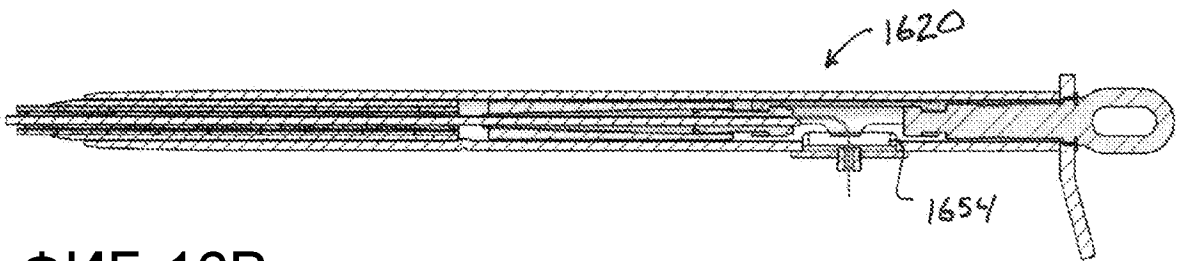
ФИГ. 14С



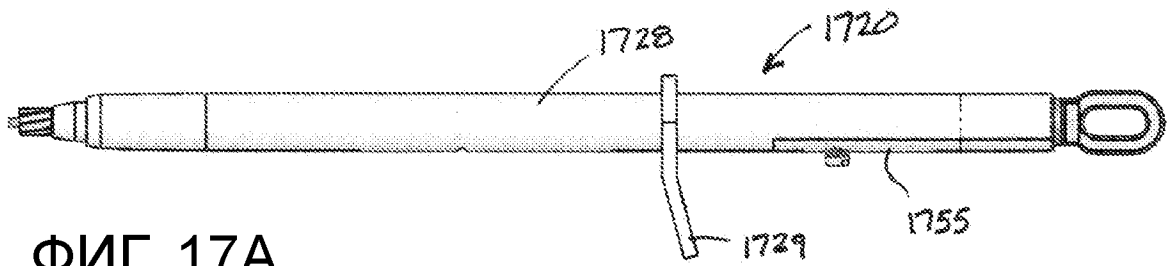
ФИГ. 15



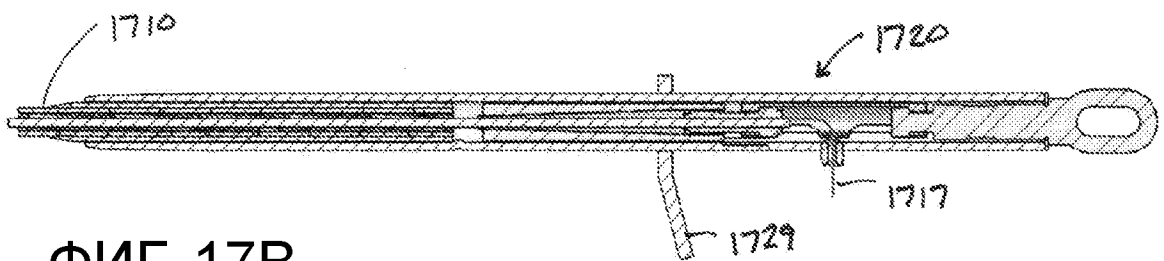
ФИГ. 16А



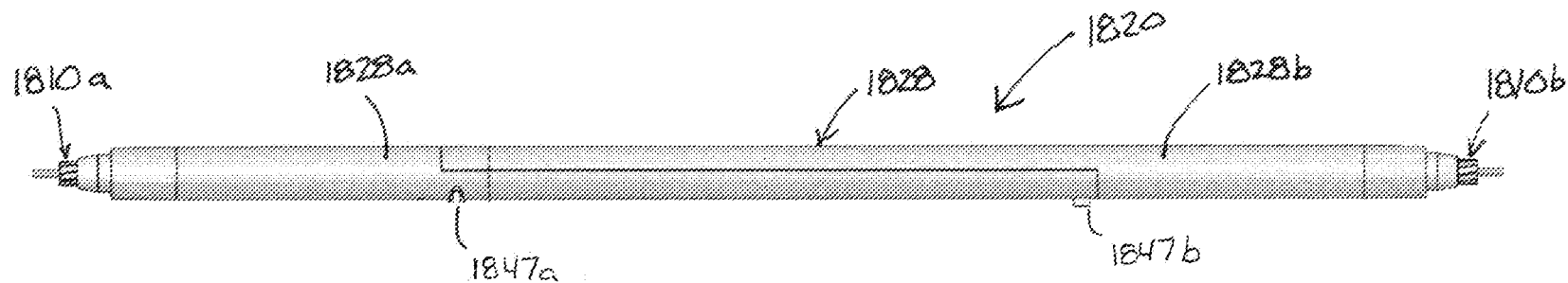
ФИГ. 16В



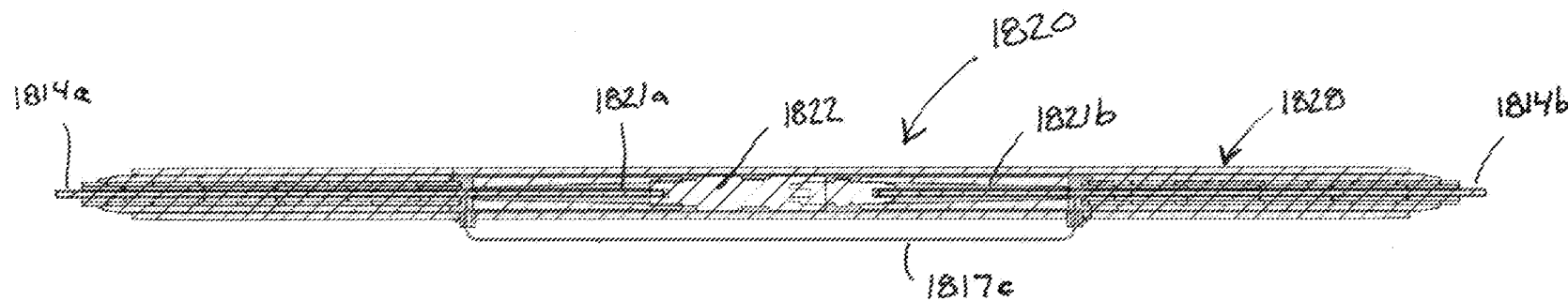
ФИГ. 17А



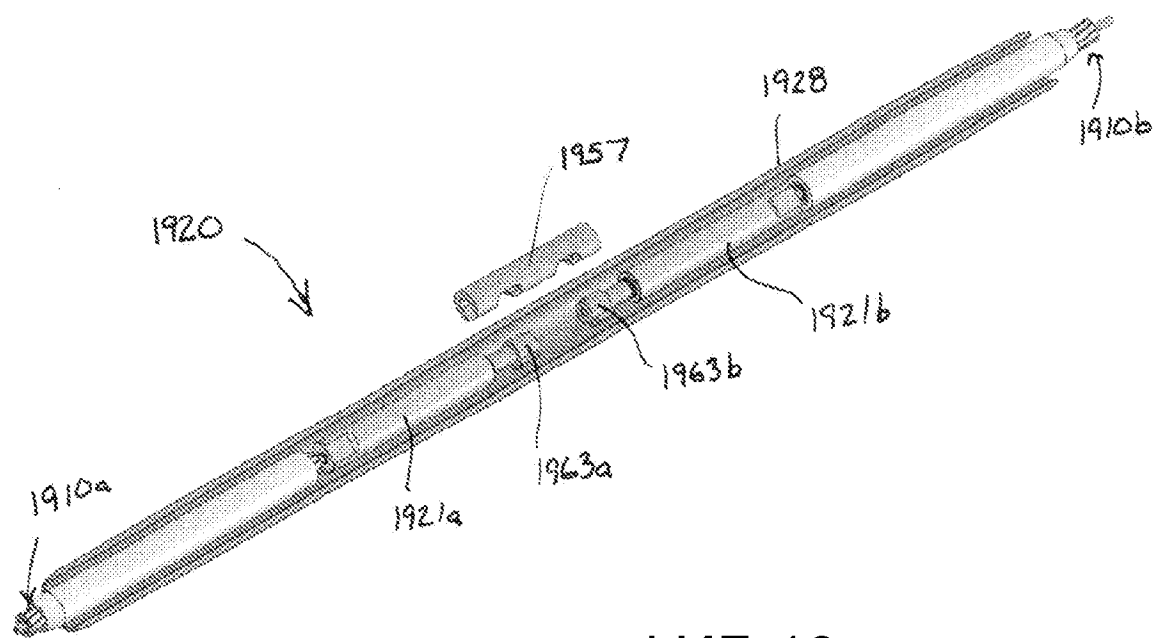
ФИГ. 17В



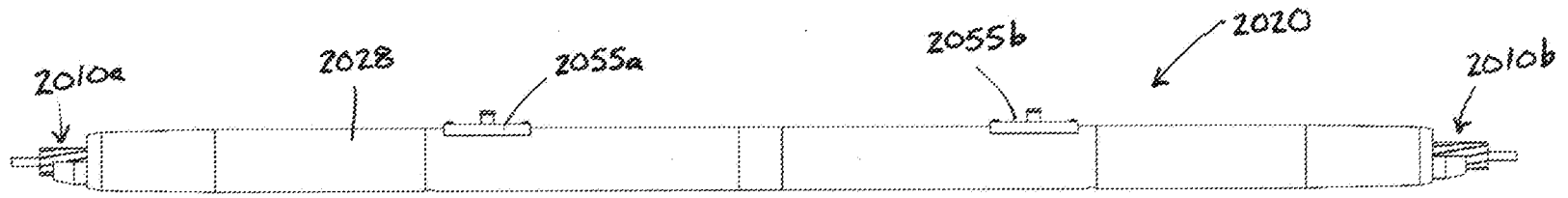
ФИГ. 18А



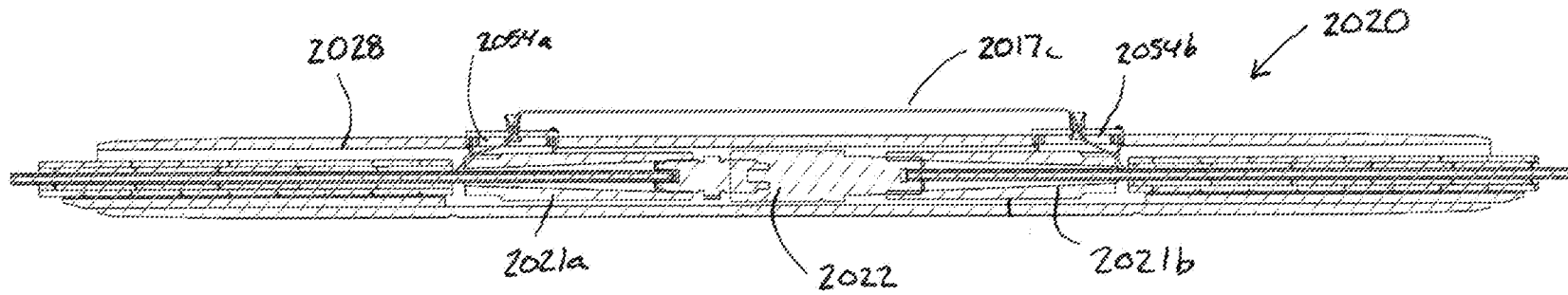
ФИГ. 18В



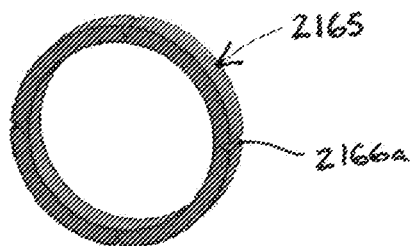
ФИГ. 19



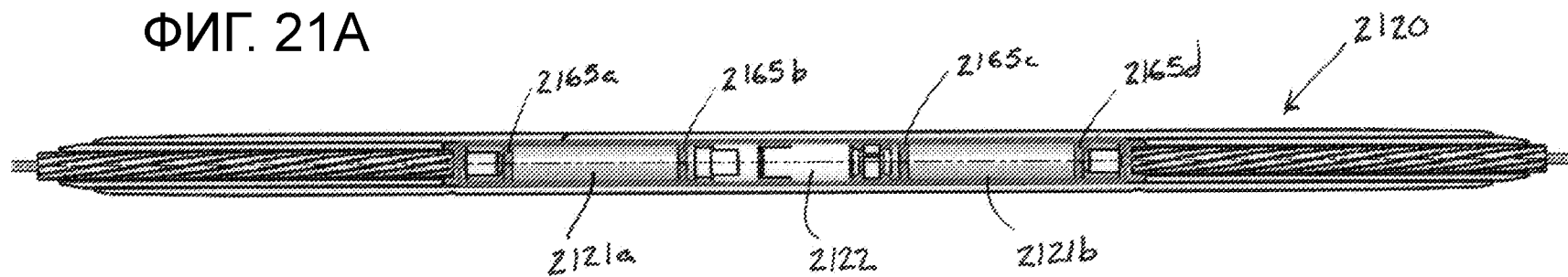
ФИГ. 20А



ФИГ. 20В

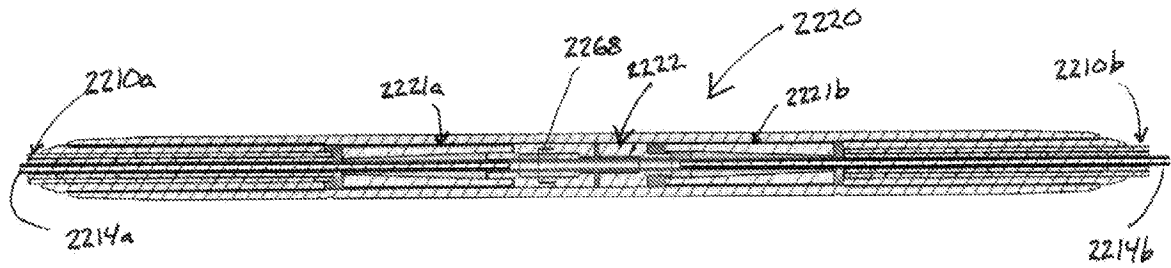


ФИГ. 21А

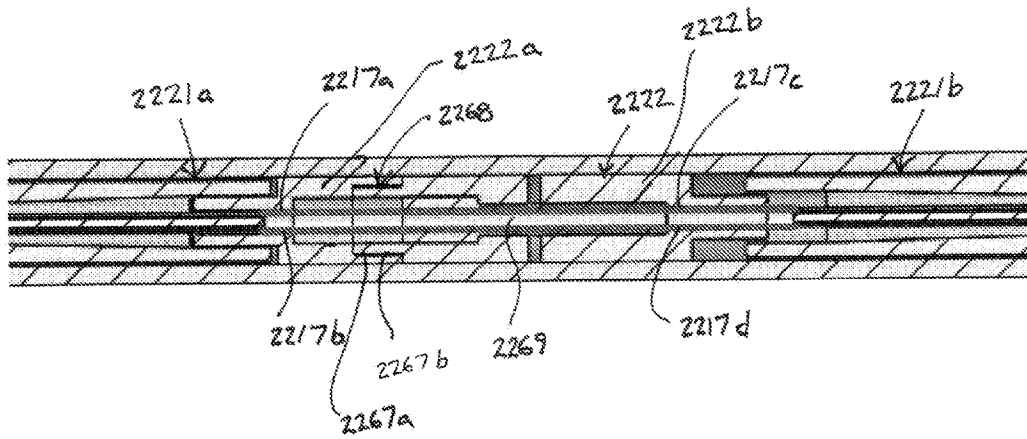


ФИГ. 21В

22/25

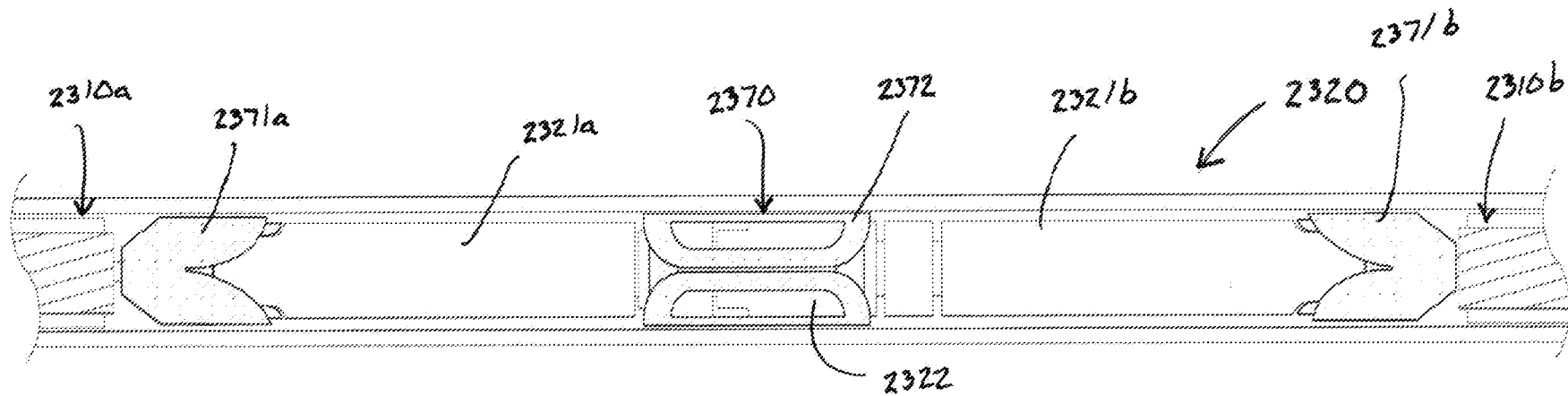


ФИГ. 22А

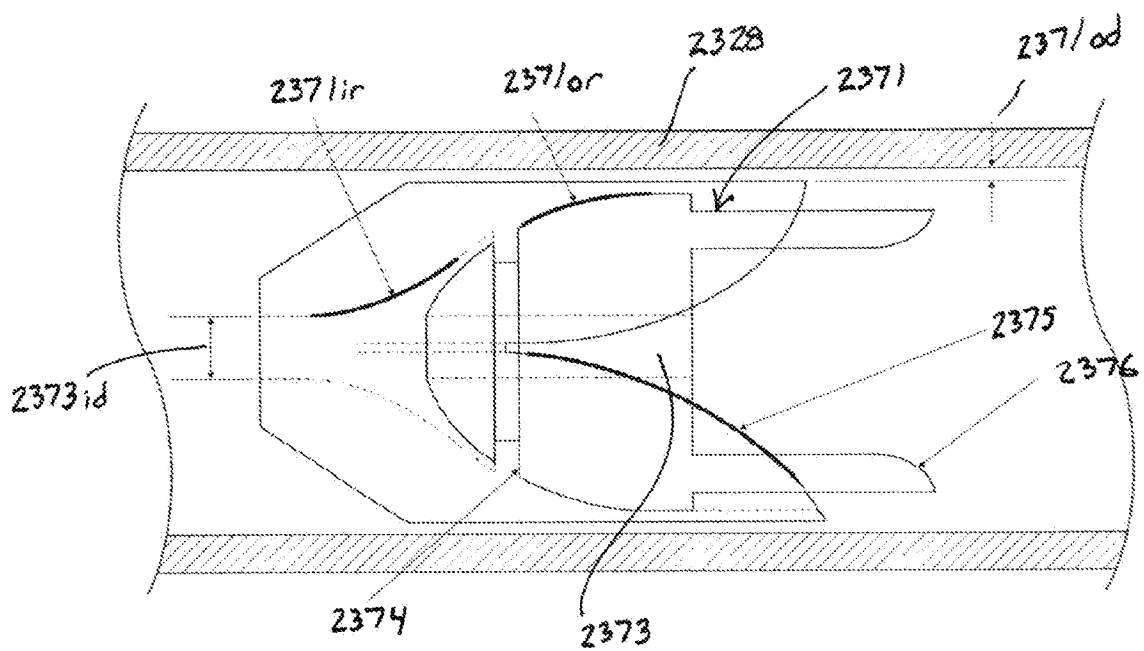


ФИГ. 22В

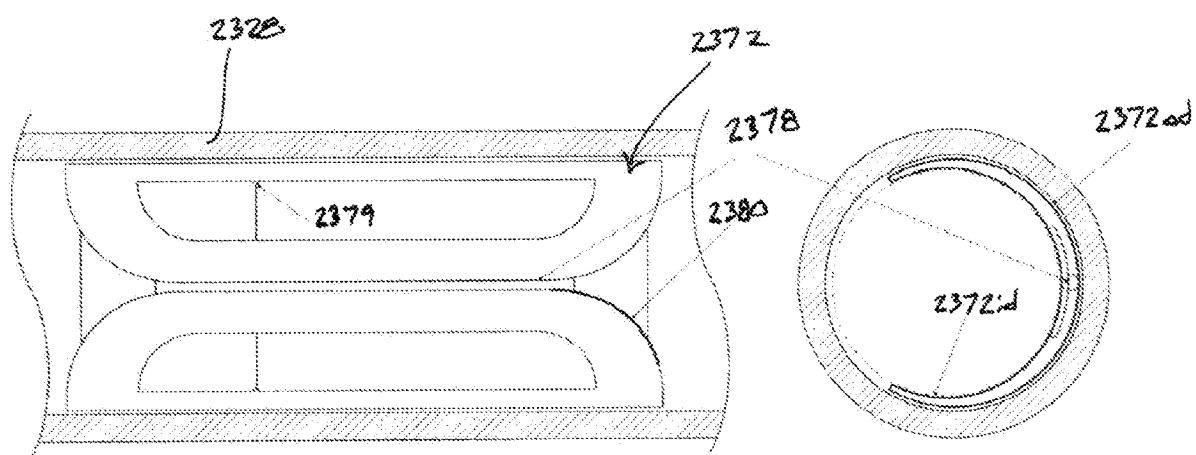




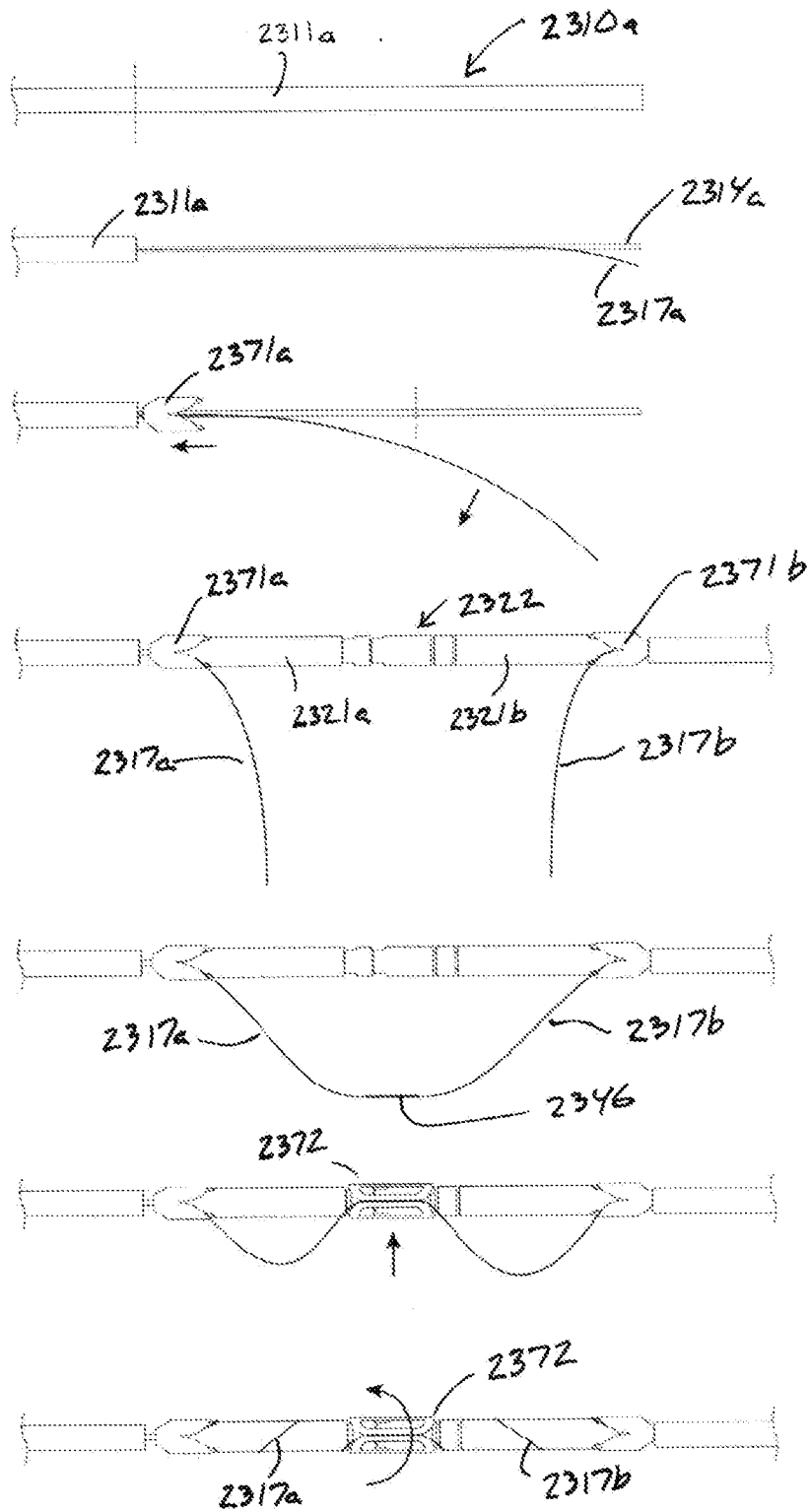
ФИГ. 23А



ФИГ. 23В



ФИГ. 23С



ФИГ. 23D