

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 523**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06** (2006.01)

**H02G 13/00** (2006.01)

**F03D 80/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2017 E 17154488 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 3244060**

54 Título: **Sistema y método de protección contra rayos para palas de turbina eólica**

30 Prioridad:

**13.05.2016 US 201615153978**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**19.02.2020**

73 Titular/es:

**ERICO INTERNATIONAL CORPORATION**

**(100.0%)**

**31700 Solon Road  
Solon, OH 44139, US**

72 Inventor/es:

**BENDLAK, THOMAS;  
FLEMMING, MATTHEW y  
PFAFF, DANIEL**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 743 523 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema y método de protección contra rayos para palas de turbina eólica

### Antecedentes

5 Las turbinas eólicas y otras estructuras pueden verse sometidas a impactos de rayo, lo que puede dañar potencialmente las propias estructuras, dañar componentes electrónicos u otros soportados por las estructuras, o dar como resultado otros efectos perjudiciales. Por consiguiente, puede ser útil dotar a turbinas eólicas y otras estructuras de sistemas de protección contra rayos con el fin de dirigir de manera apropiada la corriente eléctrica procedente de impactos de rayo a tierra.

10 Los sistemas de protección contra rayos convencionales para turbinas eólicas adoptan generalmente uno o más de tres enfoques para proteger las palas de turbina eólica (en el presente documento, en general, "palas") contra impactos de rayo. Un primer enfoque convencional usa receptores de punta, que se configuran generalmente como conductores cilíndricos que sobresalen a través de las aletas distales de las palas respectivas, o como tapas de extremo conductivas que coinciden generalmente con los perfiles de pala relevantes. Generalmente, un receptor de punta se conecta a un conductor de bajada, o electrodo de puesta a tierra, que se extienden desde una conexión del conductor de bajada con el receptor de punta, a través de una cavidad interna de la pala de turbina, hasta la raíz de pala. Algunos diseños convencionales también pueden usar un bloque de anclaje, también denominado bloque de receptor, que puede ubicarse dentro de la cavidad de pala a cierta distancia de la punta de pala y puede proporcionar un empalme de unión electromecánico para el receptor de punta y el conductor de bajada.

20 Un segundo enfoque convencional usa discos de receptor de superficie conductiva, cada uno con una cara expuesta y un cuerpo de receptor respectivos. Un cuerpo de receptor se encastra generalmente en la pared de pala relevante y en ocasiones puede extenderse al interior de la cavidad de pala relevante. Generalmente, la cara expuesta de un disco de receptor es circular, mientras que la forma del cuerpo de receptor puede variar. En algunas instalaciones, se disponen discos de receptor cerca del borde de salida de una pala. En algunas instalaciones, pueden disponerse varios discos de receptor en diversos puntos a lo largo de la longitud de la pala, dependiendo el número de discos de receptor de la longitud de la pala. En algunas instalaciones, pueden disponerse conjuntos de discos de receptor cerca de la punta de una pala en lugar de un receptor de punta (por ejemplo, tal como se describió anteriormente).

30 Un tercer enfoque convencional usa cubiertas de pala, que se configuran generalmente como capas conductivas que se extienden por un área relativamente grande de la superficie de una pala. Las capas de las cubiertas de pala pueden formarse como sólidos continuos, mallas o resinas curadas. Generalmente, las cubiertas de pala se aplican en láminas, tiras o parches, y pueden colocarse en la superficie exterior de una pala o justo por debajo de un recubrimiento de superficie de la pala.

35 El documento US2012/0020791A1 da a conocer un conjunto de receptor para la protección contra rayos para una pala de turbina eólica. Un aislante de bloque de receptor incluye un bloque de receptor solidario. El aislante de bloque de receptor, una cubierta que se engancha con el aislante de bloque de receptor, y una tapa que se engancha con la cubierta pueden definir una cámara que está revestida de un recubrimiento eléctricamente conductor intercalado entre medios dieléctricos de manera relativamente alta para aislar y blindar eléctricamente partes internas del conjunto de receptor.

40 El documento WO2014/200333A1 da a conocer un método para montar un receptor de rayos en una pala de turbina eólica. Se dispone una capa de superficie exterior y se forma un orificio en la misma. Se acopla un segundo elemento de montaje al primer elemento de montaje y a un receptor de rayos. Se dispone material de núcleo en la capa de superficie exterior, dejando espacio para otros componentes, que incluyen el primer elemento de montaje. Luego se dispone una capa de superficie interior con un orificio sobre el material de núcleo.

45 El documento US2009/0196751A1 da a conocer una pala de turbina eólica con un larguero dispuesto en un espacio interior de la misma. Están dispuestos receptores de rayos en porciones de carcasa de la pala y los conductores en el espacio interior están configurados para entrar en contacto con los receptores. Una de las porciones de carcasa incluye una sección retirable, tal como un enchufe, receptor o panel, para proporcionar acceso a un conductor opuesto. Un cable montado en el larguero se extiende sustancialmente a lo largo de la longitud axial de la pala y está en contacto eléctrico con los conductores.

### Sumario

50 Según un aspecto de la invención, se proporciona un sistema de protección contra rayos para una pala de turbina eólica con una pared de pala y una cavidad de pala, tal como se define en reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se exponen características opcionales y/o preferidas.

55 El receptáculo puede incluir un cuerpo de receptáculo no conductivo con una abertura y un primer reborde de retención. El enchufe de receptor puede incluir un cuerpo de enchufe no conductivo, un conductor de enchufe encerrado al menos parcialmente por el cuerpo de enchufe no conductivo, y un segundo reborde de retención. Un elemento de receptor puede configurarse para conectarse al enchufe de receptor para transmitir corriente

5 procedente de impactos de rayo al conductor de enchufe. El segundo reborde de retención puede engancharse con el primer reborde de retención para sujetar el enchufe de receptor al receptáculo, con el cuerpo de enchufe no conductor dispuesto al menos parcialmente dentro de la cavidad de pala. El elemento de receptor puede conectarse al enchufe de receptor, cuando el enchufe de receptor se sujeta al receptáculo, mediante la abertura en el cuerpo de receptáculo no conductor.

10 En un aspecto no reivindicado, se proporciona un sistema de protección contra rayos para una pala de turbina eólica con un receptor de punta que incluye un cuerpo conductor con un perfil de receptor. Un soporte de montaje de receptor de punta puede incluir un cuerpo de soporte de montaje de receptor, al menos dos alas de unión, un conductor y un conector conductor. Cada una de las alas de unión puede extenderse alejándose del cuerpo de soporte de montaje de receptor, y puede incluir una retícula no conductiva respectiva. El conductor puede incluirse al menos parcialmente en el cuerpo de soporte de montaje de receptor. El conector conductor puede extenderse al menos parcialmente fuera del cuerpo de soporte de montaje de receptor. El receptor de punta puede sujetarse al soporte de montaje de receptor de punta con el conector conductor. Las alas de unión pueden sujetarse a la pala de turbina eólica con un material de unión que llena al menos parcialmente las retículas no conductoras.

15 En otro aspecto de la invención, se proporciona un método de instalación de un sistema de protección contra rayos en una pared de pala formada en un molde de pala, en el que el sistema de protección contra rayos incluye un enchufe de receptor, un elemento de receptor y un receptáculo con una pared inferior, tal como se define en la reivindicación 10. En las reivindicaciones dependientes se exponen características opcionales y/o preferidas.

20 Algunos aspectos no reivindicados proporcionan un método de instalación de un sistema de protección contra rayos en una pala de turbina eólica con una primera pared de pala formada en un primer molde de pala, una segunda pared de pala formada en un segundo molde de pala, y una cavidad de pala formada cuando la primera pared de pala se sujeta a la segunda pared de pala, en el que el sistema de protección contra rayos incluye un primer receptáculo con una primera pared inferior, un segundo receptáculo con una segunda pared inferior, un primer enchufe de receptor, un segundo enchufe de receptor, un primer elemento de receptor y un segundo elemento de receptor. La primera pared inferior del primer receptáculo puede colocarse en el primer molde de pala. La primera pared de pala puede formarse en el primer molde de pala de modo que la primera pared de pala se forma alrededor de e incluye al menos parcialmente el primer receptáculo. Al menos parte de la primera pared inferior del primer receptáculo puede retirarse para proporcionar una primera abertura a través de la primera pared de pala mediante el primer enchufe de receptor en un lado interior de la primera pared de pala. El segundo enchufe de receptor puede sujetarse temporalmente al lado interior de la primera pared de pala.

25 La segunda pared inferior del segundo receptáculo puede colocarse en el segundo molde de pala. La segunda pared de pala puede formarse en el segundo molde de pala de modo que la segunda pared de pala se forma alrededor de e incluye al menos parcialmente el segundo receptáculo. La primera pared de pala puede unirse a la segunda pared de pala para formar la cavidad de pala. Al menos parte de la segunda pared inferior del segundo receptáculo puede retirarse para proporcionar una segunda abertura a través de la segunda pared de pala mediante el segundo receptáculo.

30 Después de retirar la al menos parte de la primera pared inferior, el primer elemento de receptor puede sujetarse al primer enchufe de receptor mediante la primera abertura. Después de retirar la al menos parte de la segunda pared inferior, puede accederse al segundo enchufe de receptor mediante la segunda abertura para retirar el segundo enchufe de receptor de la primera pared de pala y sujetar el segundo enchufe de receptor al segundo receptáculo. El segundo elemento de receptor puede sujetarse al segundo enchufe de receptor mediante la segunda abertura.

**Breve descripción de los dibujos**

45 Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y forman parte de esta memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de realizaciones de la invención:

la figura 1 es una vista en perspectiva de parte de una pala de turbina eólica y un sistema de protección contra rayos para la pala, según algunas realizaciones de la invención, con una porción superior de la pala retirada para mostrar aspectos del sistema de protección contra rayos;

50 la figura 2 es una vista en perspectiva de una ramificación para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1, que incluye dos enchufes de receptor lateral y un soporte de montaje de receptor de punta;

las figuras 3A a 3D son vistas en planta desde abajo, en alzado lateral, en planta desde arriba y en alzado frontal, respectivamente, de un enchufe de receptor lateral para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1;

55 las figuras 4A y 4B son vistas en perspectiva desde abajo, frontal, izquierda y en perspectiva desde arriba, frontal, derecha, respectivamente, del enchufe de receptor lateral de las figuras 3A a 3D;

la figura 5A es una vista en perspectiva en sección desde abajo, frontal, izquierda del enchufe de receptor lateral de

las figuras 3A a 3D;

la figura 5B es una vista en sección lateral de otro enchufe de receptor lateral para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1;

5 las figuras 6A a 6C son vistas en planta desde abajo, en alzado lateral y en planta desde arriba, respectivamente, de un receptáculo para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1;

la figura 7 es una vista en perspectiva en sección desde arriba, izquierda, frontal del receptáculo de las figuras 6A a 6C;

la figura 8 es una vista en perspectiva desde arriba, izquierda, frontal del receptáculo de las figuras 6A a 6C, habiéndose retirado una lengüeta desprendible del receptáculo;

10 las figuras 9 y 10 son vistas en perspectiva desde arriba, izquierda, frontal de receptáculos adicionales para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1;

las figuras 11A a 11C son vistas en perspectiva desde arriba, desde abajo y en sección transversal, respectivamente, de un disco de receptor lateral para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1;

15 las figuras 12A a 12C son vistas en alzado lateral, en planta desde arriba y en alzado frontal, respectivamente, de un soporte de montaje de receptor de punta para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1;

la figura 13 es una vista en perspectiva desde arriba, izquierda, frontal del soporte de montaje de receptor de punta de las figuras 12A a 12C;

la figura 14 es una vista en perspectiva en sección parcial desde arriba, izquierda, frontal del soporte de montaje de receptor de punta de las figuras 12A a 12C;

20 la figura 15A es una vista en perspectiva desde abajo, posterior, izquierda de un receptor de punta para una pala de turbina eólica;

la figura 15B es una vista en perspectiva en sección desde abajo, posterior, izquierda del receptor de punta de la figura 15A, tomada a lo largo del plano A-A de la figura 15A;

25 la figura 16A es una vista en perspectiva desde arriba, izquierda, frontal del soporte de montaje de receptor de punta de las figuras 12A a 14 sujeto al receptor de punta de las figuras 15A y 15B;

la figura 16B es una vista en perspectiva en sección parcial desde arriba, izquierda, frontal del soporte de montaje de receptor de punta y el receptor de punta de la figura 16A;

la figura 17 es una vista en perspectiva desde arriba, izquierda, posterior de otro soporte de montaje de receptor de punta para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1; y

30 las figuras 18A a 18K ilustran un método de instalación para partes del sistema de protección contra rayos de la figura 1.

### Descripción detallada

35 Antes de explicar con detalle cualquier realización de la invención, ha de entenderse que la invención no se limita en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los siguientes dibujos. La invención admite otras realizaciones y puede ponerse en práctica o llevarse a cabo de diversas maneras. Además, ha de entenderse que la fraseología y la terminología usadas en el presente documento tienen fines de descripción y no deben considerarse limitativas. Se pretende que el uso de “que incluye”, “que comprende”, o “que tiene” y variaciones de los mismos en el presente documento englobe los elementos enumerados a continuación y equivalentes de los mismos así como elementos adicionales.

40 A menos que se especifique o limite de otro modo, se pretende que las frases “al menos uno de A, B y C”, “uno o más de A, B y C” y similares, indiquen A o B o C, o cualquier combinación de A, B y/o C, incluyendo combinaciones con múltiples casos de A, B, y/o C. Asimismo, a menos que se especifique o limite de otro modo, los términos “montado”, “conectado”, “soportado” y “acoplado” y variaciones de los mismos se usan ampliamente y engloban elementos de montaje, conexiones, soportes y acoplamientos tanto directos como indirectos. Además, a menos que  
45 se especifique o limite de otro modo, “conectado” y “acoplado” no se restringen a conexiones o acoplamientos físicos o mecánicos. Por ejemplo, en algunos casos, los elementos “conectados” pueden estar conectados eléctricamente, incluyendo a través de un contacto directo o a través de un medio u objeto intermediario.

50 Los siguientes comentarios se presentan para permitir que un experto en la técnica realice y use realizaciones de la invención. Diversas modificaciones de las realizaciones ilustradas resultarán de inmediato evidentes para los expertos en la técnica. La siguiente descripción detallada ha de leerse con referencia a las figuras, en las que

elementos similares en diferentes figuras tienen referencias numéricas similares. Las figuras, que no están necesariamente a escala, representan realizaciones seleccionadas y no se pretende que limiten el alcance de las realizaciones de la invención. Los expertos en la técnica reconocerán que los ejemplos proporcionados en el presente documento tienen muchas alternativas útiles.

5 Algunas figuras pueden incluir múltiples casos de estructuras o relaciones estructurales similares. Por motivos de conveniencia de presentación, en figuras seleccionadas, sólo algunas de estas estructuras o relaciones similares pueden marcarse específicamente con un número de referencia. Un experto en la técnica reconocerá que las características no marcadas con números de referencia pueden incluir aspectos similares y realizar funciones similares a características similares que están marcadas con números de referencia.

10 En comentarios de determinadas figuras, pueden usarse referencias de dirección tales como arriba, abajo, superior, inferior, izquierda, derecha, etcétera. A menos que se especifique otra cosa, estas referencias se proporcionan sólo por motivos de conveniencia, y con respecto sólo a la(s) figura(s) y realización/ realizaciones particular(es) comentada(s).

15 Las realizaciones de la invención pueden mejorar los sistemas de protección contra rayos ("LP") convencionales de diferentes maneras. En el contexto de palas de turbina eólica (en el presente documento, generalmente, "palas"), las realizaciones de la invención pueden reducir la dificultad de instalación en comparación con sistemas de protección contra rayos convencionales, así como la necesidad de un trabajo de procesamiento posterior significativo después de haberse cerrado las palas. Por ejemplo, en un procedimiento de instalación convencional para sistemas de LP convencionales, un bloque de receptor (por ejemplo, una pieza maciza de metal) se integra en una cavidad de pala. 20 Una vez que se ha cerrado la pala, el bloque de receptor debe ubicarse y luego perforarse y aterrarse de modo que pueda sujetarse un disco de receptor (u otro elemento de receptor) a la pieza de metal. Este procedimiento puede ser relativamente difícil y prolongado. En otro procedimiento de instalación convencional para sistemas de LP convencionales, debe cortarse un orificio en una pared de pala una vez que se ha cerrado la pala. Una vez que se ha cortado el orificio, se realiza una conexión conductiva a través del orificio cortado, y luego se parchea el orificio para volver a acabar la pala. De nuevo, este procedimiento puede ser relativamente difícil y prolongado. 25

Algunas realizaciones de la invención pueden proporcionar un sistema de LP que puede no sólo reducir generalmente la dificultad del procedimiento de instalación, sino también reducir significativamente la necesidad de un trabajo de procesamiento posterior que puede requerirse en sistemas de LP convencionales. Por ejemplo, realizaciones de la invención pueden incluir receptáculos que pueden moldearse en paredes de pala a medida que se están formando las paredes de pala. Una vez que se han formado las palas, puede retirarse una parte de los receptáculos con el fin de proporcionar orificios de montaje sistemáticos dispuestos a través de las paredes de pala para sujetar y conectar un disco receptor. Además, los receptáculos pueden proporcionar una fijación relativamente fácil de los enchufes asociados con el fin de transmitir corriente eléctrica desde los discos de receptor al conductor de bajada relevante. Como tal, a través del uso de los receptáculos, pueden instalarse discos de receptor en palas, y pueden conectarse eléctricamente a conectores de bajada, sin necesidad de cortar y reparar (o someter de otro modo a procesamiento posterior) las palas. 30 35

En algunas realizaciones de la invención, un sistema de LP puede incluir un soporte de montaje de receptor de punta que puede adaptarse fácilmente para fijarse a, y conducir corriente eléctrica desde, una variedad de receptores de punta diferentes. Esto puede permitir personalizar receptores de punta con respecto a perfiles de pala particulares, sin requerir necesariamente una reconfiguración significativa de los soportes de montaje de receptor de punta asociados. Además, el soporte de montaje de receptor de punta puede incluir características de unión no conductivas, tales como alas de unión con una retícula no conductiva, para recibir material de unión (por ejemplo, resina) con el fin de ayudar a sujetar el soporte de montaje de receptor de punta a una pala. 40

Algunas realizaciones de la invención pueden proporcionar un método de instalación para sistemas de LP que mejora métodos de instalación convencionales. Por ejemplo, múltiples receptáculos (por ejemplo, receptáculos tal como se describió en general anteriormente) pueden moldearse en paredes de pala para ambos lados de una pala. Varios enchufes con conductores pueden instalarse en receptáculos en un primer lado de la pala, y pueden fijarse enchufes adicionales temporalmente al interior del primer lado de la pala usando adhesivos, abrazaderas u otros mecanismos. La pala puede cerrarse entonces uniendo las paredes de pala entre sí. Una vez que la pala está cerrada, los enchufes que están fijados al interior del primer lado de la pala con el adhesivo, las abrazaderas u otros mecanismos pueden ubicarse visualmente a través de aberturas en receptáculos en el segundo lado de la pala. Entonces puede extenderse una herramienta relativamente sencilla a través de las aberturas para agarrar estos enchufes, retirarlos de la fijación temporal en el primer lado de la pala y fijarlos a receptáculos en el segundo lado de la pala. Cada enchufe que se ha conectado a un receptáculo puede conectarse entonces a un disco de receptor, que puede instalarse, mediante el enchufe, a ras de la superficie exterior de la pala. 45 50 55

En los comentarios a continuación, diversos ejemplos comentan sistemas de LP según la invención en el contexto de palas de turbina eólica convencionales. Se entenderá que estos comentarios se presentan sólo a modo de ejemplo, y que la invención dada a conocer también puede usarse de manera beneficiosa en otros entornos.

La figura 1 ilustra un sistema de LP 20 según una realización de la invención. En la realización ilustrada, el sistema

de LP 20 se instala en una pala 22 con una pared inferior 22a y una pared superior (no mostrada por motivos de claridad), que pueden moldearse por separado y luego unirse entre sí para dar la pala 22. Generalmente, el sistema de LP 20 incluye varios receptores para impactos de rayos, que se conectan mediante conductores 24 y mediante diversos empalmes 26 a un conductor de bajada 28. En una punta distal 22b de la pala 22, el sistema de LP 20 incluye un receptor de punta 30 de metal. El receptor de punta 30 se conforma generalmente para que coincida con el perfil local de la pala 22 y proporciona una superficie de receptor conductiva en el exterior de la pala 22 para recibir impactos de rayos. El receptor de punta 30 se sujeta a un soporte de montaje de receptor de punta 32, que se conecta mediante uno de los conductores 24 al conductor de bajada 28.

Además del receptor de punta 30, el sistema de LP 20 también incluye una pluralidad de receptores laterales, incluyendo cada uno un receptáculo 34 respectivo montado en la pared relevante de la pala 22, un enchufe de receptor lateral 36 sujeto al receptáculo 34, y un disco de receptor lateral 38 sujeto al enchufe de receptor lateral 36. (Tal como se ilustra en la figura 1, uno de los receptores laterales se muestra sin un receptáculo 34, para ilustrar aspectos de la fijación del enchufe de receptor lateral 36 relevante al disco de receptor lateral 38 relevante). Generalmente, los pares de los enchufes de receptor lateral 36 y los receptáculos 34 albergan el disco de receptor lateral 38 respectivo con una superficie de receptor 38a del disco de receptor lateral 38 orientada hacia el exterior de, y a ras de (es decir, sustancialmente en paralelo con), la pared relevante de la pala 22. Uno de los conductores 24 se extiende desde cada uno de los enchufes de receptor lateral 36 para conectar los receptores laterales al conductor de bajada 28.

La figura 1 también ilustra varias abrazaderas 40 sujetas al interior de las paredes de la pala 22. Tal como también se comenta a continuación, las abrazaderas 40 pueden usarse durante la instalación del sistema de LP 20 en la pala 22.

Se entenderá que la configuración ilustrada en la figura 1 sólo se presenta como un ejemplo, y que otras realizaciones del sistema de LP dado a conocer pueden incluir otros números o disposiciones de enchufes de receptor lateral, receptores de punta, cables, empalmes y otros componentes. En general, la figura 2 ilustra una configuración de "unión en W" que puede usarse en el sistema de LP 20 o en diversos sistemas de LP distintos. En la realización ilustrada, la configuración de unión en W puede incluir dos de los receptores laterales (cada uno con uno respectivo de los enchufes de receptor lateral 36) y uno de los soportes de montaje de receptor de punta 32 unido al conductor de bajada 28 con un empalme 44. Tal como también se ilustra en la figura 2, pueden incluirse conectores tales como una orejeta 46 para ayudar a que el conductor 28 (u otros componentes) se fije mecánicamente y transfiera corriente eléctrica a otras partes del sistema.

En la realización ilustrada en la figura 2, uno de los enchufes de receptor lateral 36 está dispuesto para sujetarse a un lado de una pala y otro de los enchufes de receptor lateral 36 está dispuesto para sujetarse a un lado opuesto de la pala. Por consiguiente, usando la realización ilustrada en la figura 2, pueden disponerse receptores para impactos de rayos a ambos lados de una pala (así como en la punta de pala).

En otras realizaciones son posibles otras configuraciones. Por ejemplo, para algunos conjuntos de pala, los sistemas de LP apropiados pueden incluir conductores de 30-50 metros o más, y pueden emplear significativamente más de dos receptores laterales. En algunas realizaciones, puede usarse una conexión de unión en Y individual para cada ramificación de receptor lateral (por ejemplo, una conexión de unión en Y para cada par de receptores laterales), como alternativa a (o además de) la configuración de unión en W ilustrada en la figura 2.

Las figuras 3A a 5A ilustran diversos aspectos de uno de los enchufes de receptor lateral 36 de la figura 1. En la realización ilustrada, el enchufe de receptor lateral 36 incluye un cuerpo sobremoldeado 60 con una porción de carcasa 62 generalmente semiesférica y una porción de cuello 64 generalmente cilíndrica. El cuerpo sobremoldeado 60 se forma generalmente a partir de un material no conductivo (por ejemplo, plástico) con el fin de evitar que un rayo se fije a elementos conductivos internos de la pala 22, y para actuar generalmente como un aislante para la corriente eléctrica que se mueve a través del sistema de LP 20.

Generalmente, la porción de carcasa 62 del cuerpo sobremoldeado 60 incluye un extremo abierto 66, con un conjunto de lengüetas de retención 68 dispuestas circunferencialmente alrededor de un reborde 58 dentro del extremo abierto 66. Las lengüetas de retención 68 están separadas unas de otras generalmente mediante huecos 70, de modo que las lengüetas de retención 68 no se extienden de manera continua alrededor de la circunferencia del extremo abierto 66. En la realización ilustrada, los huecos 70 son generalmente menores en extensión circunferencial que las lengüetas de retención 68. Además, los huecos 70 y las lengüetas de retención 68, respectivamente, tienen generalmente una extensión circunferencial similar entre sí. Sin embargo, se entenderá que son posibles otras configuraciones. Por ejemplo, puede usarse una única lengüeta de retención (no mostrada) de extensión circunferencial parcial o completa en lugar de (o además de) las lengüetas de retención 68.

Para ayudar a sujetar el enchufe de receptor lateral 36 a uno de los receptáculos 34 (tal como también se comenta a continuación), cada una de las lengüetas de retención 68 incluye un reborde de retención 72 que se extiende de manera radial hacia fuera. Además, una pluralidad de dientes 74 se extiende desde extremos libres de la lengüeta de retención 68 respectiva alejándose del extremo abierto 66. Tal como se ilustra, los dientes 74 están configurados como dientes generalmente triangulares con extremos puntiagudos, dispuestos colectivamente en una única serie

circunferencial. En otras realizaciones, son posibles otras configuraciones. Por ejemplo, los dientes para un enchufe de receptor pueden incluir alternativamente (o adicionalmente) dientes redondeados, dientes cuadrados, dientes dispuestos en un conjunto de series circunferenciales (por ejemplo, cada una a una diferente distancia radial de un eje de referencia), etc.

5 Para proporcionar una trayectoria conductiva a través del enchufe de receptor lateral 36, un conector, tal como un perno 76, se asienta dentro de (por ejemplo, se moldea en) la porción de carcasa 62 y está en contacto con una placa de carcasa 78 asentada también dentro de la porción de carcasa 62. La placa de carcasa 78 está dispuesta parcialmente en una cavidad interna abierta de la porción de carcasa 62 y está separada de las lengüetas de retención 68 por un reborde en el extremo abierto 66 de la porción de carcasa 62. La placa de carcasa 78 está en  
10 contacto conductivo con un conductor tal como un cable 80 que se extiende a través de la porción de cuello 64 (véase la figura 5A) con el fin de conectar eléctricamente el enchufe de receptor lateral 36 a un conductor de bajada (no mostrado en las figuras 3A a 5A). Tal como también se describe a continuación, el perno 76 puede usarse para sujetar uno de los discos de receptor lateral 38 (no mostrados en las figuras 3A a 5A) al enchufe de receptor lateral 36. Por consiguiente, la corriente eléctrica (por ejemplo, debido a un impacto de rayo en el disco de receptor lateral 38) que entra en el enchufe de receptor lateral 36 mediante contacto entre el disco de receptor lateral 38 relevante y la placa de carcasa 78 (o de otro modo) puede transmitirse a través de y fuera del enchufe de receptor lateral 36 mediante la placa de carcasa 78, la conexión de soldadura exotérmica 82 (o la orejeta de compresión 88) y el cable 80.

20 Se entenderá que son posibles otras configuraciones para sujetar los discos de receptor lateral 38 a los enchufes de receptor lateral 36. Por ejemplo, en vez de un perno roscado tal como el perno 76, los discos de receptor lateral 38 pueden incluir otros tipos de dispositivos de fijación, tales como tuercas de capuchón/sombrerete, tuercas ciegas de apriete, tuercas ciegas de soldadura, etc. De manera similar, los discos de receptor lateral 38 pueden incluir dispositivos de fijación distintos de orificios aterrajados. Por ejemplo, pueden configurarse otros discos de receptor lateral con características de perno roscado solidario (no mostradas), que pueden engancharse con un orificio aterrajado correspondiente en un enchufe de receptor lateral correspondiente (no mostrado).

25 En la realización ilustrada en la figura 5A, el cable 80 está configurado como un cable de cobre que puede sujetarse a la placa de carcasa mediante una conexión de soldadura exotérmica 82. Esto puede ser útil, por ejemplo, porque las conexiones exotérmicas tienen generalmente una resistencia baja, no se aflojan ni corroen con el tiempo, y presentan un perfil generalmente menor que el de orejetas de cable empernadas y conexiones engarzadas comparables. En otras realizaciones, sin embargo, son posibles otras configuraciones para conexiones conductivas. Por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 5B, uno o más de los enchufes de receptor lateral 36 pueden incluir un cable de aluminio (u otro) 84 que puede conectarse a un perno 86 usando una orejeta de compresión 88 u otro conector mecánico.

30 Las figuras 6A a 8 ilustran diversos aspectos de uno de los receptáculos 34 de la figura 1, que está configurado generalmente para fijarse al enchufe de receptor lateral 36 de las figuras 3A a 5A. En la realización ilustrada en las figuras 6A a 8, el receptáculo 34 generalmente incluye un cuerpo cilíndrico 100, con una pestaña perimetral exterior 102. La pestaña perimetral 102 se extiende alrededor del extremo superior del receptáculo 34 e incluye un labio 104 que se inclina generalmente hacia fuera desde una perspectiva que se mueve hacia abajo desde la parte superior del receptáculo (es decir, que se mueve de derecha a izquierda en la figura 6B). En la realización ilustrada, la pestaña 102 también se conecta al cuerpo cilíndrico 100 con diversos refuerzos planos 108. Al igual que el enchufe de receptor lateral 36, el receptáculo 34 se forma generalmente a partir de un material no conductivo (por ejemplo, plástico) con el fin de evitar que un rayo se fije a elementos conductivos internos de la pala 22 y para actuar generalmente como un aislante para la corriente eléctrica que se mueve a través del sistema de LP 20.

35 La parte superior del receptáculo 34 incluye una abertura central 106 dividida por una pared cilíndrica 110 en un rebaje cilíndrico interno 112 y un rebaje anular externo 114. Una pestaña cilíndrica 116 se extiende de manera radial hacia dentro desde la pared cilíndrica 110 al interior del rebaje cilíndrico 112. Diversos rebordes de retención 118 se extienden al interior del rebaje anular 114, con una profundidad radial que es generalmente similar a la extensión radial de los rebordes de retención 72 (por ejemplo, tal como se ilustra en las figuras 3A a 5A). Unos conjuntos de dientes 120 con una geometría generalmente complementaria a la de los dientes 74 (por ejemplo, tal como se ilustra en las figuras 3A a 5A) también están dispuestos dentro del rebaje anular 114 en posiciones que están separadas de  
40 manera axial (es decir, en la página en la figura 6C) de los rebordes de retención 118.

45 En una configuración inicial (por ejemplo, antes de la instalación), tal como se ilustra en particular en las figuras 6A, 6C y 7, la parte inferior del receptáculo 34 incluye una placa inferior 122 que cierra completamente la parte inferior de la abertura central 106, pero también incluye una lengüeta desprendible 124. Generalmente, una lengüeta desprendible puede configurarse para que se retire de manera relativamente fácil del resto de la pared inferior de un receptáculo, en un momento apropiado en la instalación del sistema de LP 20 (por ejemplo, tal como también se comenta a continuación), con el fin de proporcionar una abertura en la parte inferior del receptáculo 34 (véase, por ejemplo, la figura 8). En la realización ilustrada en las figuras 6A, 6C, y 7, la lengüeta desprendible 124 está configurada para una retirada manual, con una característica de agarre 126 y con un perfil desprendible 128 de grosor reducido que se extiende dentro del perímetro de, y al menos parcialmente alrededor de, la lengüeta desprendible 124. Para retirar la lengüeta desprendible 124, un usuario puede asir la característica de agarre 126  
50 55 60

(por ejemplo, con una herramienta) y tirar generalmente de manera axial en relación con el receptáculo 34. Esto puede dar como resultado que el material del receptáculo 34 se desprenda relativamente del resto de la placa inferior 122 a lo largo del perfil desprendible 128, permitiendo de ese modo que la lengüeta desprendible 124 se retire fácilmente del receptáculo 34. Tal como se ilustra en la figura 8, esto puede dar como resultado que la abertura central 106 se extienda de manera axial a través de todo el cuerpo del receptáculo 34, mediante un orificio generalmente circular 130 que se extiende desde el rebaje cilíndrico 112 a través de la placa inferior 122 del receptáculo 34.

Tal como también se comenta a continuación, el receptáculo 34 (u otros receptáculos según esta divulgación) puede moldearse en una pared de pala particular a medida que está formándose la pared de pala. Por consiguiente, pueden proporcionarse receptáculos de diferentes grosores con el fin de adaptarse a paredes de pala de diferentes grosores. Tal como se ilustra en las figuras 9 y 10, por ejemplo, los receptáculos 34a y 34b son generalmente similares al receptáculo 34 ilustrado en las figuras 6A a 8, pero presentan una altura algo menor y una altura algo mayor, respectivamente, que el receptáculo 34.

Las figuras 11A y 11C ilustran aspectos del disco de receptor lateral 38, que puede configurarse generalmente para su fijación al enchufe de receptor lateral 36. Generalmente, el disco de receptor lateral 38 incluye la superficie receptora 38a en un extremo axial del disco de receptor lateral 38, y un taladro aterrajado 132 en un extremo axial opuesto del disco de receptor lateral 38. Un cuerpo 134 del disco de receptor lateral 38 puede formarse generalmente a partir de un material conductor (por ejemplo, aluminio) e incluye un reborde 136, de modo que el cuerpo 134 presenta una extensión radial generalmente mayor cerca de la superficie receptora 38a que cerca del taladro aterrajado 132.

En otras realizaciones, son posibles otras configuraciones para un receptor lateral. Por ejemplo, en el disco de receptor lateral 38, el extremo axial del disco de receptor lateral 38 que está opuesto a la superficie receptora 38a puede incluir un borne roscado u otro mecanismo de fijación, en lugar del taladro aterrajado 132, para conectar el disco de receptor lateral 38 al enchufe de receptor lateral 36. En algunas realizaciones, un receptor lateral puede configurarse con una geometría no cilíndrica (u otra).

Las figuras 12A a 14 ilustran aspectos del soporte de montaje de receptor de punta 32 de la figura 1. Generalmente, el soporte de montaje de receptor de punta 32 incluye un cuerpo sobremoldeado 140 con una porción de conexión acampanada 142, y una porción de cuello generalmente cilíndrica 144. El cuerpo sobremoldeado 140 puede formarse, por ejemplo, a partir de un material no conductor (por ejemplo, plástico) con el fin de evitar que un rayo se fije a elementos conductivos internos de la pala 22 y para actuar generalmente como un aislante para la corriente eléctrica que se mueve a través del sistema de LP 20.

La porción de conexión 142 del cuerpo sobremoldeado 140 rodea parte de una placa de conexión conductiva 146 (véase, en particular, la figura 13), con diversas (por ejemplo, tres) orejetas 148 de la placa de conexión 146 que se extienden fuera de la porción de conexión. La porción de cuello 144 del cuerpo sobremoldeado 140 rodea parte de un conductor, tal como un cable de cobre (u otro) 150. Una conexión de soldadura exotérmica 152 (véase la figura 13), u otro tipo de conexión, también rodeada por el cuerpo 140, puede permitir que la corriente eléctrica que entra en el soporte de montaje de receptor de punta 32 mediante las orejetas 148 (por ejemplo, debido a un impacto de rayo en el receptor de punta 30 (véase la figura 1)) se transmita a través de y fuera del soporte de montaje de receptor de punta 32 mediante el cable 150.

El cuerpo sobremoldeado 140 del soporte de montaje de receptor de punta 32 puede incluir diversas características para facilitar la manipulación del soporte de montaje de receptor de punta 32 y la sujeción del soporte de montaje de receptor de punta 32 en su sitio en relación con una pala. Por ejemplo, en la realización ilustrada en las figuras 11A a 13, la porción de cuello 144 incluye diversos resaltes circunferenciales parciales 154 que pueden proporcionar una superficie de asimiento relativamente segura para que un operador manipule el cuerpo 140, y también pueden ayudar a enganchar la porción de cuello 144 con material de unión para anclar el soporte de montaje de receptor de punta 32 dentro de una pala. En algunas realizaciones, el resalte 154 puede extenderse completamente alrededor de la circunferencia de la porción de cuello 144, o puede presentar diversas configuraciones distintas, tales como un perfil de diente de sierra que se extiende generalmente de manera circunferencial alrededor de la porción de cuello 144, o un perfil recto (u otro) que se extiende generalmente de manera axial a lo largo de la porción de cuello 144.

Generalmente, el soporte de montaje de receptor de punta 32 también puede incluir alas de unión con retículas no conductoras, para ayudar a sujetar el soporte de montaje de receptor de punta 32 dentro de una pala. Tal como se ilustra en las figuras 12A a 14, por ejemplo, un par de alas de unión no conductoras, reticuladas 156 se acampanan generalmente hacia fuera desde la porción de conexión 142 del soporte de montaje de receptor de punta, desde una perspectiva que se mueve desde las orejetas 148 hacia el cable 150 (es decir, de derecha a izquierda en la figura 11B). En la realización ilustrada, las alas de unión 156 tienen un perímetro generalmente triangular, con aberturas de retícula 156a generalmente triangulares o trapezoidales separadas por nervaduras de retícula 156b. En otras realizaciones, son posibles otras configuraciones. Cuando pasta de unión epoxídica, resina u otro material de unión similar se usa para sujetar el soporte de montaje de receptor de punta 32 dentro de una pala, el material de unión puede llenar las aberturas de retícula 156a en las alas de unión 156 antes del curado, y de ese modo ayudar a bloquear de manera mecánica el soporte de montaje de receptor de punta 32 en la estructura de pala relevante.



Esto puede ser útil, por ejemplo, para ayudar a impedir que puntas de metal macizo (por ejemplo, el receptor de punta 30) se arrojen desde palas en rotación en casos en los que un conductor de bajada se fractura cerca de la punta de una pala.

5 Tal como se ilustra en las figuras 15A y 15B, el receptor de punta 30 puede incluir diversas características de montaje correspondientes a las orejetas 148 (u otros mecanismos de fijación) del soporte de montaje de receptor de punta 32. En la realización ilustrada, el receptor de punta 30 incluye un conjunto de tres agujeros rectangulares 160 con extremos ciegos redondeados correspondientes a la geometría de las tres orejetas 148 del soporte de montaje de receptor de punta 32. El receptor de punta 30 incluye además tres agujeros ciegos, aterrajados 162 que se extienden perpendicularmente a través del receptor de punta 30 para intersectarse con los agujeros rectangulares 160. En la realización ilustrada, dos de los agujeros 162 se extienden desde un lado del receptor de punta 30 y uno de los agujeros 162 se extiende desde el lado opuesto del receptor de punta 30. En otras realizaciones, son posibles otras configuraciones, que incluyen configuraciones con diferentes números de agujeros.

15 Durante la instalación como parte del sistema de LP 20, el soporte de montaje de receptor de punta 32 puede sujetarse al receptor de punta 30 usando las orejetas 148. Por ejemplo, tal como se ilustra en las figuras 16A y 16B, las tres orejetas 148 en el soporte de montaje de receptor de punta 32 ilustrado pueden insertarse en los agujeros rectangulares 160 y sujetarse a los mismos usando pernos 158 que se extienden a través de los agujeros aterrajados 162 para engancharse con las orejetas 148. Por consiguiente, la corriente eléctrica que entra en el receptor de punta 30 (por ejemplo, debido a un impacto de rayo) puede llegar hasta el soporte de montaje de receptor de punta 32 mediante las orejetas 148, antes de pasar al cable 150 y de ahí a tierra.

20 En la realización ilustrada en las figuras 16A y 16B, tres de los pernos 158 se usan para sujetar el receptor de punta 30 a las tres orejetas 148, extendiéndose uno central de los pernos 158 al interior de una central de las orejetas 148 (y el receptor de punta 30) en sentido opuesto al de los dos pernos laterales 158 (sólo se ilustra uno de los pernos 158 en la figura 16B). En otras realizaciones, son posibles otras configuraciones. En algunas realizaciones, por ejemplo, pueden usarse diferentes números, formas o disposiciones de orejetas y agujeros correspondientes. En alguna realización, las orejetas pueden incluir orificios aterrajados, para recibir pernos que se extienden a través de agujeros correspondientes en el receptor de punta.

30 De manera útil, debido a la naturaleza configurable implementada en el soporte de montaje de receptor de punta 32 y el receptor de punta 30, un receptor de punta particular (y el soporte de montaje de receptor de punta correspondiente) según la invención puede personalizarse para adaptarse a un diseño de pala o de punta de pala particular, según se necesite. Tal como se ilustra en la figura 17, por ejemplo, un soporte de montaje de receptor de punta 32a puede configurarse con un perfil exterior generalmente de manera similar al soporte de montaje de receptor de punta 32 ilustrado en las figuras 12A a 14. En contraposición con el soporte de montaje de receptor de punta 32, sin embargo, el soporte de montaje de receptor de punta 32a sólo incluye dos orejetas 148a, tal como puede corresponder a un receptor de punta (no mostrado) con sólo dos ubicaciones de montaje (por ejemplo, un receptor de punta más pequeño, más delgado, o conformado de otro modo de manera diferente en comparación con el receptor de punta 30 de las figuras 15A y 15B). De manera similar, en otras realizaciones (no mostradas), pueden variarse el tamaño o la orientación de los orificios de perno en las orejetas de un soporte de montaje de receptor de punta, al igual que pueden variarse aspectos de diversas características distintas.

40 Tal como se indicó anteriormente, realizaciones del sistema de LP dado a conocer (por ejemplo, el sistema de LP 20 de la figura 1) pueden instalarse de manera relativamente eficiente en una pala, en comparación con sistemas convencionales y procedimientos de instalación convencionales. Generalmente, a este respecto, pueden moldearse diversos receptáculos en dos paredes de pala independientes, luego retirarse lengüetas retirables de las paredes inferiores de los receptáculos con el fin de proporcionar orificios generalmente uniformes a través de las paredes de pala (mediante los receptáculos). Un primer conjunto de enchufes de receptor pueden sujetarse entonces a los receptáculos en una primera de las paredes de pala, y un segundo conjunto de enchufes de receptor pueden sujetarse temporalmente a la primera pared de pala. Las paredes de pala pueden unirse entre sí, de modo que los enchufes de receptor (que incluyen aquellos sujetos a receptáculos y aquellos sujetos temporalmente a la pared de pala) se disponen en el interior de la pala. Una herramienta puede extenderse entonces a través del orificio en cada uno de los receptáculos en la segunda pared de pala para engancharse con uno correspondiente de los enchufes de receptor sujetos temporalmente y mover ese enchufe de receptor para que se enganche con el receptáculo relevante. Finalmente, pueden sujetarse elementos receptores (por ejemplo, discos de receptor) a los diversos enchufes de receptor mediante las aberturas en los receptáculos.

55 Como un ejemplo, las figuras 18A a 18K ilustran un procedimiento para instalar dos de los receptáculos 34 en una pala 170 (véanse las figuras 18J y 18K), junto con dos correspondientes de los enchufes de receptor lateral 36 y los discos de receptor lateral 38.

60 Tal como se ilustra en la figura 18A, uno de los receptáculos 34 puede colocarse en primer lugar en un molde de pala 172, con la placa inferior 122 (y la lengüeta desprendible 124) asentada contra el molde de pala 172. Tal como se ilustra en la figura 18B, entonces puede construirse una pared de pala inferior 174 e introducirse resina a través de la misma, según métodos apropiados de fabricación de pala. Cuando se ha curado la resina y se ha retirado el molde de pala 172, el receptáculo 34 se moldeará en consecuencia en la pared de pala 174, con la placa inferior 122

(y la lengüeta desprendible 124) en una superficie exterior de la pared de pala 174, y con los rebajes cilíndrico y anular 112 y 114 del receptáculo 34 abriéndose hacia una superficie interior de la pared de pala 174.

5 A medida que se introduce y se cura la resina, la configuración del receptáculo 34 puede proporcionar diversos beneficios. Como un ejemplo, la pestaña perimetral 102 del receptáculo puede proporcionar una superficie de montaje definida para materiales (por ejemplo, cinta adherente) que pueden usarse para impedir que la resina fluya hacia ubicaciones no deseadas. Asimismo, la placa inferior 122, con la lengüeta desprendible 124 intacta, puede impedir que entre resina en el interior del receptáculo 34 desde la parte inferior del receptáculo 34 durante el procedimiento de dispersión de resina.

10 Como otro beneficio, la configuración de la pestaña perimetral 102 puede ayudar a anclar el receptáculo 34 en su sitio en relación con la pared de pala 174. Por ejemplo, a medida que se introduce resina, la resina puede fluir sobre el labio inclinado 104 en la pestaña perimetral 102 (véase, por ejemplo, la figura 18B), lo que puede ayudar a bloquear el receptáculo 34 en la pared de pala 174 y de ese modo ayudar a impedir que el receptáculo 34 se mueva hacia la cavidad de pala interior (es decir, hacia arriba con respecto a la perspectiva de la figura 18B) una vez que se ha curado la resina. Asimismo, puesto que la extensión radial de la pestaña perimetral 102 es generalmente mayor que la del cuerpo cilíndrico 100 del receptáculo 34, la pestaña puede ayudar generalmente a impedir que el receptáculo 34 se mueva hacia el exterior de la pala (es decir, hacia abajo con respecto a la perspectiva de la figura 18B).

15 En algunas realizaciones, el labio inclinado 104 puede configurarse de manera diferente, al tiempo que todavía ayuda a anclar el receptáculo 34 en su sitio en relación con la pared de pala 174. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el labio inclinado 104 puede configurarse como una característica escalonada (por ejemplo, de ángulo recto). De manera similar, en algunas realizaciones, el labio inclinado 104 puede incluir orificios (por ejemplo, orificios circulares) para recibir resina a medida que se forma la pared de pala 174.

20 Como aún otro beneficio, una vez que se han encapsulado mediante resina durante el procedimiento de dispersión, los refuerzos 108 alrededor del exterior del cuerpo cilíndrico 100 pueden proporcionar un bloqueo antirrotación en relación con la pared de pala 174. Además, puesto que la placa inferior 122 puede asentarse directamente en el molde de pala 172, el receptáculo 34 puede alinearse automáticamente para soportar uno de los discos de receptor 38 (véase, por ejemplo, la figura 18J), estando el disco de receptor 38 a una profundidad y con una alineación angular apropiadas en relación con la superficie exterior de la pared de pala 174.

25 En algunas realizaciones, los receptáculos 34 pueden configurarse de otras maneras para resistirse a la rotación una vez que el receptáculo 34 se ha moldeado en la pared de pala 174. Por ejemplo, uno o más de los receptáculos 34 pueden incluir contornos o patrones externos de diente de sierra u otros en el cuerpo cilíndrico 100 relevante (o en otro lugar) para proporcionar un bloqueo antirrotación en relación con la pared de pala 174.

30 En la realización ilustrada en las figuras 18A-18H, la capa de resina de la pared de pala 174 se forma directamente en el molde de pala 172 a medida que se introduce la resina. En otras realizaciones, pueden interponerse diversas capas de material entre el molde de pala 172 y la capa de resina de la pared de pala 174. En algunas realizaciones, por consiguiente, el receptáculo 34 puede asentarse directamente en el molde de pala 172 (por ejemplo, en un recorte en una o más capas relevantes). En alguna realización, el receptáculo 34 puede asentarse indirectamente en el molde, y puede asentarse directamente en una o más capas por encima del molde 172. Se entenderá que en cualquiera de estas configuraciones, puede observarse que el receptáculo 34 se ha colocado (o asentado) “en” el molde de pala 172 para el procedimiento de formación.

35 Tal como se ilustra en las figuras 18B y 18C, después de haberse curado la pared de pala 174, puede retirarse la lengüeta desprendible 124 del receptáculo 34 (por ejemplo, usando la característica de agarre 126 (véase la figura 18B)), de modo que el orificio circular 130 en el receptáculo 34 proporciona una abertura sistemática, sometida a estudio técnico en la pared de pala 174. A este respecto, a pesar de la retirada de la lengüeta desprendible 124, las costuras soldadas de la placa inferior 122 pueden ayudar a evitar que entren agua y residuos en el interior de la pala 170 a través del receptáculo 34.

40 Tal como se ilustra en la figura 18D, una vez que el receptáculo 34 se ha asentado de manera apropiada en la pared de pala 174, uno de los enchufes de receptor lateral 36 puede sujetarse al receptáculo 34. En la realización ilustrada, por ejemplo, el enchufe de receptor lateral 36 puede posicionarse con la porción de carcasa 62 y el extremo abierto 66 generalmente alineado con la abertura central 106 y el orificio circular 130 del receptáculo 34. Entonces puede aplicarse una fuerza generalmente axial para encajar a presión los rebordes de retención 72 (véase, por ejemplo, la figura 4A) más allá de los rebordes de retención 118 (véase, por ejemplo, la figura 6C) y de ese modo sujetar el enchufe de receptor lateral 36 al receptáculo 34 con una conexión de ajuste a presión. En esta configuración, los dientes 74 en el enchufe de receptor lateral 36 (véase, por ejemplo, la figura 4A) también pueden engancharse con los dientes 120 en el receptáculo 34 (véase, por ejemplo, la figura 6C) con el fin de proporcionar una fuerza antirrotación al enchufe de receptor lateral 36 (en relación con el receptáculo 34). Con el enchufe de receptor lateral 36 así instalado, el reborde 58 del enchufe de receptor lateral 36 puede asentarse contra (por ejemplo, directamente, o mediante una junta de estanqueidad u otro elemento) la pestaña cilíndrica 116 del receptáculo 34 para ubicar de manera apropiada los rebordes de retención 72 y los dientes 74 en relación con los

rebordes de retención 118 y los dientes 120.

Debido a la disposición circunferencial de los respectivos conjuntos de los rebordes de retención 72 y 118 y los dientes 74 y 120, el receptáculo 34 y el enchufe de receptor lateral 36 pueden sujetarse generalmente entre sí independientemente de las orientaciones rotacionales relativas particulares del receptáculo 34 y el enchufe de receptor lateral 36. Esto puede ser útil, por ejemplo, con el fin de permitir que el cable 84 (véase, por ejemplo, la figura 18D) se extienda alejándose del receptáculo 34 en cualquier número de ángulos, según sea apropiado para el diseño particular del sistema de LP relevante.

Con el enchufe de receptor lateral 36 sujeto al receptáculo 34, tal como se ilustra en la figura 18D, el enchufe de receptor lateral 36 puede cerrar generalmente el receptáculo 34 a la entrada de agua y residuos en el interior de la pala 170. En algunas realizaciones, pueden disponerse uno o más elementos de sellado tales como juntas de estanqueidad, sobremoldeo, silicona, adhesivo, etc. (no mostrados) entre el enchufe de receptor lateral 36 y el receptáculo 34 (por ejemplo, en la pestaña cilíndrica 116 (véase, por ejemplo, la figura 6C)), o en otras ubicaciones, con el fin de sellar adicionalmente el conjunto.

Tal como se ilustra en las figuras 18E y 18F, antes de cerrarse la pala 170 completamente, pueden sujetarse enchufes de receptor lateral adicionales a la superficie interior de la pared de pala 174. Por ejemplo, una abrazadera 176 (véase la figura 18E) puede sujetarse a la superficie interior de la pared de pala 174, y luego un cable para otro de los enchufes de receptor lateral 36 puede sujetarse a la abrazadera 176 (véase la figura 18F) con el extremo abierto 66 del enchufe de receptor lateral 36 orientado en sentido opuesto a la pared de pala 174. En otras realizaciones, un enchufe de receptor lateral (u otro componente) puede sujetarse a la pared de pala 174 de otras maneras (por ejemplo, con adhesivos).

Con un número apropiado de los enchufes de receptor lateral 36 sujetos en los receptáculos 34 correspondientes en la pared de pala 174, y con un número apropiado de los enchufes de receptor lateral 36 sujetos con abrazaderas (o adheridos de otro modo) a la superficie interior de la pared de pala 174, puede instalarse una pared de pala superior 178, definiendo de ese modo completamente la pala 170 y la cavidad de pala interior 180 correspondiente (véase la figura 18G). Tal como se ilustra en la figura 18G, uno (o más) de los receptáculos 34 puede(n) moldearse en la pared de pala 178 antes de instalar la pared de pala 178, correspondiendo generalmente la ubicación del/de los receptáculo(s) 34 en la pared de pala 178 a la ubicación del/de los enchufe(s) de receptor lateral 36 que se han sujetado con abrazaderas (o adherido de otro modo) a la superficie interior de la pared de pala 174.

Una vez que se han unido las paredes de pala 174 y 178, una herramienta puede insertarse en los receptáculos 34 en la pared de pala 178, engancharse con los enchufes de receptor lateral 36 correspondientes que se sujetaron con abrazaderas (o se fijaron temporalmente de otro modo) a la pared de pala 174, luego usarse para elevar el enchufe de receptor lateral 36 para que se enganche con el receptáculo 34. Tal como se ilustra en las figuras 18H y 18I, por ejemplo, una varilla 182 con una tuerca de enganche roscada 184 puede insertarse en el receptáculo 34, enroscarse sobre el perno 76 del enchufe de receptor lateral 36 (véase la figura 18G), usarse para tirar del enchufe de receptor 36 para que se enganche con el receptáculo 34 relevante, y luego desenroscarse del perno 76. De esta manera, por ejemplo, los enchufes de receptor lateral 36 (y los receptores laterales generalmente) pueden instalarse en las paredes superior e inferior 178 y 174 de la pala 170 sin necesidad de cortar y reparar orificios en la pala 170.

Tal como se ilustra en la figura 18J, una vez que los enchufes de receptor lateral 36 se han sujetado a los receptáculos 34 respectivos, pueden sujetarse discos de receptor lateral 38 respectivos (u otros elementos de receptor) a los enchufes de receptor lateral 36. Tal como también se indicó anteriormente, la instalación de los receptáculos 34 directamente en las paredes de pala 174 y 178 durante la fabricación de la pala 170, y la geometría relativa de los receptáculos 34 y los enchufes de receptor lateral 36, pueden ayudar a soportar los discos de receptor lateral 38 con las superficies de receptor 38a respectivas en una alineación a ras de manera apropiada con las superficies exteriores de las paredes de pala 174 y 178.

Durante la instalación y posteriormente, las pestañas 116 en los enchufes de receptor lateral 36 pueden interactuar con los rebordes 136 en los discos de receptor 38 para ayudar a impedir que los discos de receptor 38 pasen al interior de la pala 170 (por ejemplo, si uno de los enchufes de receptor lateral 36 se retira accidentalmente de su receptáculo 34 respectivo). Además, en el caso de que uno de los enchufes de receptor lateral 36 no se hubiera asentado adecuadamente en el receptáculo 34 respectivo cuando se instaló inicialmente, la pestaña 116 relevante puede apoyarse en el reborde 136 relevante a medida que el disco de receptor lateral 38 se aprieta sobre el perno 76 relevante, para tirar del enchufe de receptor lateral 36 para que se enganche de manera apropiada con el receptáculo 34.

Tal como se indicó anteriormente, el enganche entre sí de los dientes 74 y 120 en los enchufes de receptor lateral 36 y los receptáculos 34 puede proporcionar una fuerza antirrotación, así como permitir una diferente alineación angular relativa de pares respectivos de los enchufes de receptor lateral 36 y los receptáculos 34. En algunas realizaciones, los dientes 74 y 120 pueden configurarse para proporcionar una fuerza antirrotación suficiente como para permitir que se aplique un nivel predeterminado de par para sujetar los discos de receptor 38 a los enchufes de receptor lateral 36 respectivos.

5 Se entenderá que la secuencia particular de etapas comentadas anteriormente con respecto a las figuras 18A a 18J se presentan sólo como un ejemplo. En otras realizaciones, son posibles otros métodos de instalación. Por ejemplo, en algunas implementaciones, el disco de receptor lateral 38 puede instalarse antes de cerrarse la pala 170, o en otros momentos durante el procedimiento de instalación. De manera similar, en algunas implementaciones, la lengüeta desprendible 124 puede retirarse en un momento diferente del que se ilustró expresamente y se comentó anteriormente.

10 Se entenderá además que el método general de instalación comentado anteriormente puede aplicarse a un sistema de LP con una disposición diferente de la ilustrada en las figuras 18A a 18J. Por ejemplo, el método comentado puede usarse con sistemas de LP que incluyen diferentes números, configuraciones y disposiciones de enchufes de receptor lateral, receptáculos, y discos de receptor lateral, o componentes distintos de los que se ilustraron expresamente y se comentaron anteriormente.

15 Por tanto, realizaciones del sistema de LP y el método de instalación dados a conocer pueden proporcionar diversos beneficios en comparación con sistemas de LP y métodos de instalación convencionales. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sistema de LP dado a conocer puede permitir una configuración altamente personalizable de receptores de punta y laterales para palas de turbina eólica, y puede permitir que se instalen de manera exacta discos de receptor lateral a ambos lados de una pala sin requerir que las palas se corten y luego se reparen.

20 La descripción anterior de las realizaciones dadas a conocer se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la invención. Diversas modificaciones de estas realizaciones resultarán de inmediato evidentes para los expertos en la técnica.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de protección contra rayos (20) para una pala de turbina eólica (22, 170) con una pared de pala (22a, 174, 178) y una cavidad de pala (180), comprendiendo el sistema de protección contra rayos:
  - 5 un receptáculo (34) configurado para extenderse al menos parcialmente a través de la pared de pala, incluyendo el receptáculo (34) un cuerpo de receptáculo (100), una pluralidad de primeros dientes (120) dispuestos en una primera serie circunferencial, y un primer reborde de retención (118);
  - 10 un enchufe de receptor (36) configurado para sujetarse al receptáculo con el enchufe de receptor (36) dispuesto al menos parcialmente dentro de la cavidad de pala (180), incluyendo el enchufe de receptor (36) un cuerpo de enchufe (60), un conductor de enchufe (76, 78, 82, 84) encerrado al menos parcialmente por el cuerpo de enchufe (60), una pluralidad de segundos dientes (74) dispuestos en una segunda serie circunferencial, y una lengüeta de retención (68) que se extiende alejándose del cuerpo de enchufe (60), incluyendo la lengüeta de retención (68) un segundo reborde de retención (72) y la pluralidad de segundos dientes (74);
  - 15 enganchándose la pluralidad de primeros dientes (120) con la pluralidad de segundos dientes (74), cuando el enchufe de receptor (36) se sujeta al receptáculo (34), para resistirse a la rotación del enchufe de receptor (36) en relación con el receptáculo (34); y
  - enganchándose el segundo reborde de retención (72) con el primer reborde de retención (118) para sujetar el enchufe de receptor (36) al receptáculo (34);
  - en el que:
    - 20 el primer reborde de retención (118) es parte de una pluralidad de primeros rebordes de retención (118) diferenciados dispuestos al menos parcialmente dentro de una abertura central (106) del cuerpo de receptáculo (100);
    - la lengüeta de retención (68) es parte de una pluralidad de lengüetas de retención (68) diferenciadas;
    - 25 el segundo reborde de retención (72) es parte de una pluralidad de segundos rebordes de retención (72) diferenciados incluidos en la pluralidad de lengüetas de retención (68) diferenciadas; y
    - la pluralidad de segundos rebordes de retención (72) diferenciados se enganchan con la pluralidad de primeros rebordes de retención (118) diferenciados para sujetar el enchufe de receptor (36) al receptáculo (34).
- 30 2. El sistema de protección contra rayos (20) según la reivindicación 1, en el que el receptáculo (34) está configurado para moldearse en la pared de pala (22a, 174, 178) durante la fabricación de la pared de pala (22a, 174, 178).
3. El sistema de protección contra rayos (20) según la reivindicación 2, en el que el receptáculo (34) incluye además al menos uno de:
  - 35 una pestaña (102) que se extiende al menos parcialmente de manera radial hacia fuera en relación con el cuerpo de receptáculo (100), incluyendo la pestaña (102) un labio inclinado (104); en el que el labio inclinado (104) está configurado para disponerse al menos parcialmente dentro de la pared de pala (22a, 174, 178) durante la fabricación de la pared de pala (22a, 174, 178) para sujetar el receptáculo (34) contra un movimiento en relación con la pared de pala (22a, 174, 178); y
  - 40 una pluralidad de refuerzos (108) dispuestos alrededor de al menos parte del perímetro del cuerpo de receptáculo (100), extendiéndose la pluralidad de refuerzos (108) al menos parcialmente de manera radial hacia fuera en relación con el cuerpo de receptáculo (100), en el que la pluralidad de refuerzos (108) están configurados para disponerse al menos parcialmente dentro de la pared de pala (22a, 174, 178) durante la fabricación de la pared de pala (22a, 174, 178) para sujetar el receptáculo (34) contra un movimiento en relación con la pared de pala (22a, 174, 178).
- 45 4. El sistema de protección contra rayos (20) según cualquier reivindicación anterior, en el que al mover el enchufe de receptor (36) de manera axial para que se enganche con el receptáculo (34) se engancha la pluralidad de primeros dientes (120) con la pluralidad de segundos dientes (74) para resistirse a la rotación del enchufe de receptor (36) en relación con el receptáculo (34); y, opcionalmente:
  - 50 en el que la pluralidad de primeros dientes (120) y la pluralidad de segundos dientes (74) incluyen cada una conjuntos de dientes que se extienden de manera axial.
5. El sistema de protección contra rayos (20) según cualquier reivindicación anterior, en el que el segundo reborde de retención (72) se engancha con el primer reborde de retención (118) con una conexión de ajuste

a presión.

6. Sistema de protección contra rayos (20) según la reivindicación 1, o cualquier reivindicación anterior, que comprende además:
- 5 un elemento de receptor (38) configurado para conectarse al enchufe de receptor (36) para transmitir corriente procedente de impactos de rayos al conductor de enchufe (76, 78, 82, 84);
- en el que el receptáculo (34) incluye además una abertura central (106), y una pestaña de soporte (116) dispuesta dentro de la abertura central (106); y
- 10 en el que un reborde (136) en el elemento de receptor (38) se apoya en la pestaña de soporte (116), cuando el elemento de receptor (38) se conecta al enchufe de receptor (36), para sujetar adicionalmente el enchufe de receptor (36) al receptáculo (34).
7. El sistema de protección contra rayos (20) según la reivindicación 6, en el que el elemento de receptor (38) se conecta al conductor de enchufe (76, 78, 82, 84) mediante una conexión roscada (76, 132) que se extiende al menos parcialmente a través de la abertura central (106) del receptáculo (34).
- 15 8. El sistema de protección contra rayos (20) según la reivindicación 1, o según cualquier reivindicación anterior, en el que una pared inferior (122) del cuerpo de receptáculo (100) incluye una porción retirable (124);
- en el que el cuerpo de receptáculo (100) incluye una abertura central (106); y
- en el que, cuando se retira la porción retirable (124) de la pared inferior (122) del cuerpo de receptáculo (100), la abertura central (106) se extiende completamente a través del cuerpo de receptáculo (100).
- 20 9. El sistema de protección contra rayos (20) según la reivindicación 8, en el que la porción retirable (124) de la pared inferior (122) del cuerpo de receptáculo (100) incluye una lengüeta desprendible (124) incluida en la pared inferior (122) del cuerpo de receptáculo (100), estando la lengüeta desprendible (124) definida al menos parcialmente por un perfil desprendible con un grosor de material reducido en relación con una porción adyacente de la pared inferior (122) del cuerpo de receptáculo (100).
- 25 10. Un método de instalación de un sistema de protección contra rayos (20) en una pared de pala (22a, 174, 178) formada en un molde (172), incluyendo el sistema de protección contra rayos un enchufe de receptor (36) que tiene una pluralidad de segundos dientes (74) dispuestos en una segunda serie circunferencial, un elemento de receptor (38), y un receptáculo (34) con una pared inferior (122) y una pluralidad de primeros dientes (120) dispuestos en una primera serie circunferencial, comprendiendo el método:
- 30 colocar la pared inferior (122) del receptáculo (34) en el molde (172);
- estando la pared inferior (122) del receptáculo (34) en el molde (172), formar la pared de pala (22a, 174, 178) en el molde (172) de modo que la pared de pala (22a, 174, 178) se forma alrededor de, e incluye al menos parcialmente, el receptáculo (34);
- 35 después de formar la pared de pala (22a, 174, 178), retirar al menos parte de la pared inferior (122) del receptáculo (34) para proporcionar una abertura a través de la pared de pala (22a, 174, 178) mediante el receptáculo (34);
- sujetar el enchufe de receptor (36) al receptáculo (34), con el enchufe de receptor (36) en un lado interior de la pared de pala (22a, 174, 178) enganchar la pluralidad de segundos dientes (74) con la pluralidad de primeros dientes (120) para resistirse a la rotación del enchufe de receptor (36) en relación con el receptáculo (34);
- 40 después de retirar la al menos parte de la pared inferior (122), sujetar el elemento de receptor (38) al enchufe de receptor (36) mediante la abertura.
11. El método según la reivindicación 10, en el que formar la pared de pala (22a, 174, 178) alrededor del receptáculo (34) incluye formar la pared de pala (22a, 174, 178) con un labio inclinado (104) del receptáculo (34) dispuesto al menos parcialmente dentro de la pared de pala (22a, 174, 178).
- 45 12. El método según la reivindicación 10 u 11, en el que sujetar el enchufe de receptor al receptáculo incluye además enganchar un segundo reborde de retención (72) del enchufe de receptor (36) con un primer reborde de retención (118) del receptáculo (34), y opcionalmente:
- 50 en el que el enchufe de receptor (36) incluye una lengüeta de retención (68) que incluye el segundo reborde de retención (72) y la pluralidad de segundos dientes (74); y

en el que enganchar el segundo reborde de retención (72) con el primer reborde de retención (118) incluye insertar la lengüeta de retención (68) en una abertura central (106) del receptáculo (34) para hacer que el segundo reborde de retención (72) se enganche con el primer reborde de retención (118) y para hacer que la pluralidad de segundos dientes (74) se enganchen con la pluralidad de primeros dientes (120).

- 5 13. El método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la al menos parte de la pared inferior (122) es al menos una de:

retirada de un lado interno de la pared de pala (22a, 174, 178); y

retirada del receptáculo (34) para proporcionar una abertura a través de la pared de pala (22a, 174, 178) mediante el receptáculo (34) sin cortar la pared de pala (22a, 174, 178).

- 10 14. El método según la reivindicación 10, o cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que la pared de pala (22a, 174, 178) es una primera pared de pala (174), comprendiendo el método además:

antes de sujetar el enchufe de receptor al receptáculo:

formar una segunda pared de pala (178);

sujetar temporalmente el enchufe de receptor (36) a un lado interior de la segunda pared de pala (178); y

- 15 unir la primera pared de pala (174) a la segunda pared de pala (178) para definir una cavidad de pala (180), con el enchufe de receptor (36) dispuesto dentro de la cavidad de pala (180);

en el que sujetar el enchufe de receptor (36) al receptáculo (34) incluye:

- 20 después de retirar al menos parte de la pared inferior (122) del receptáculo (34), acceder al enchufe de receptor (36) mediante la abertura (106) para retirar el enchufe de receptor (36) de la segunda pared de pala (178) y mover el enchufe de receptor (36) para sujetar el enchufe de receptor (36) al receptáculo (34).

15. El método según la reivindicación 14, en el que sujetar el enchufe de receptor (36) al receptáculo (34) incluye además:

- 25 tirar del enchufe de receptor (36), con una herramienta insertada a través de la abertura (106), para formar una conexión de ajuste a presión entre el enchufe de receptor (36) y el receptáculo (34), enganchándose una pluralidad de segundos dientes (74) en el enchufe de receptor (36) con una pluralidad de primeros dientes (120) en el receptáculo (34) para resistirse a la rotación del enchufe de receptor (36) en relación con el receptáculo (34).

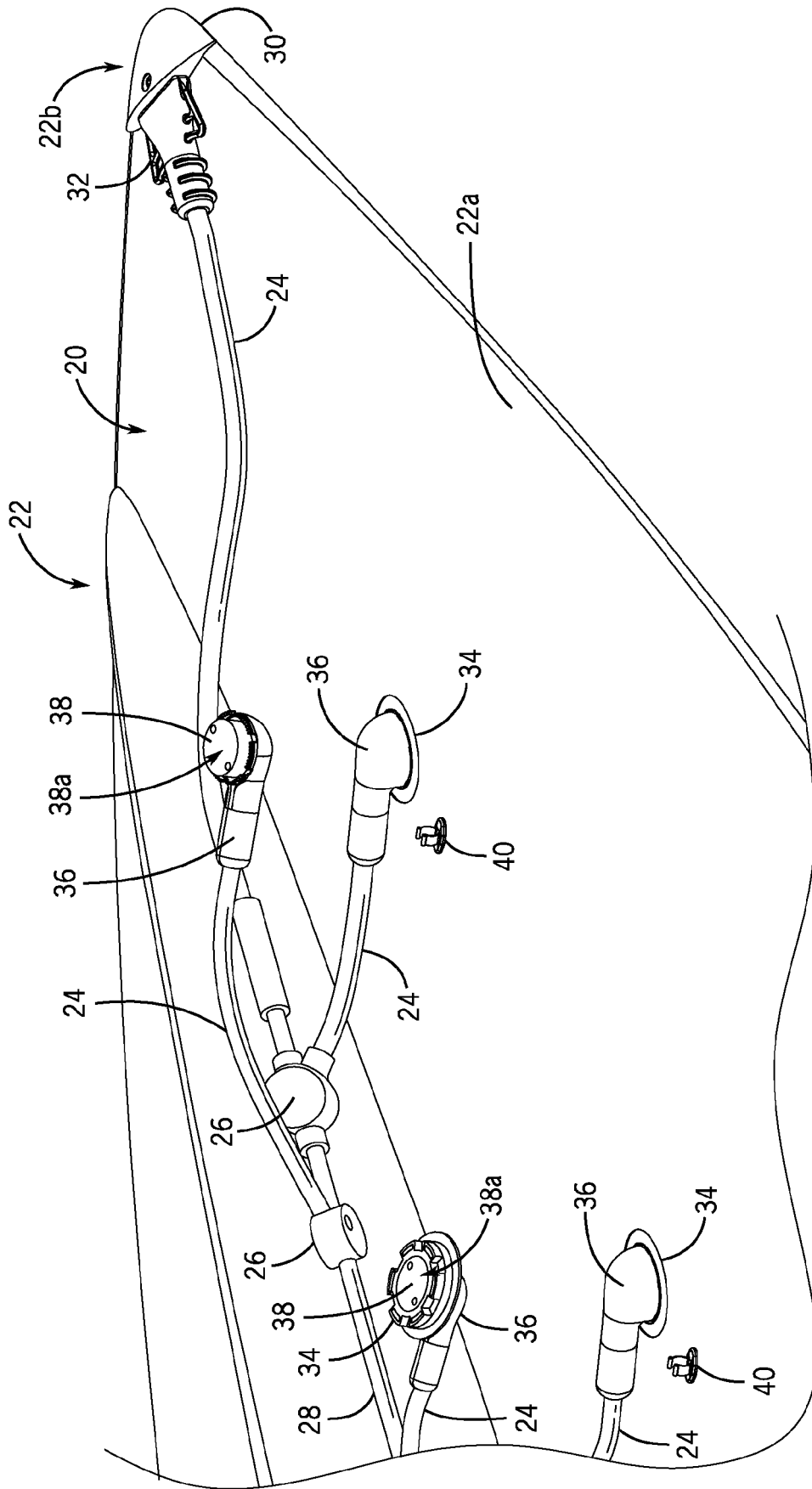


FIG. 1



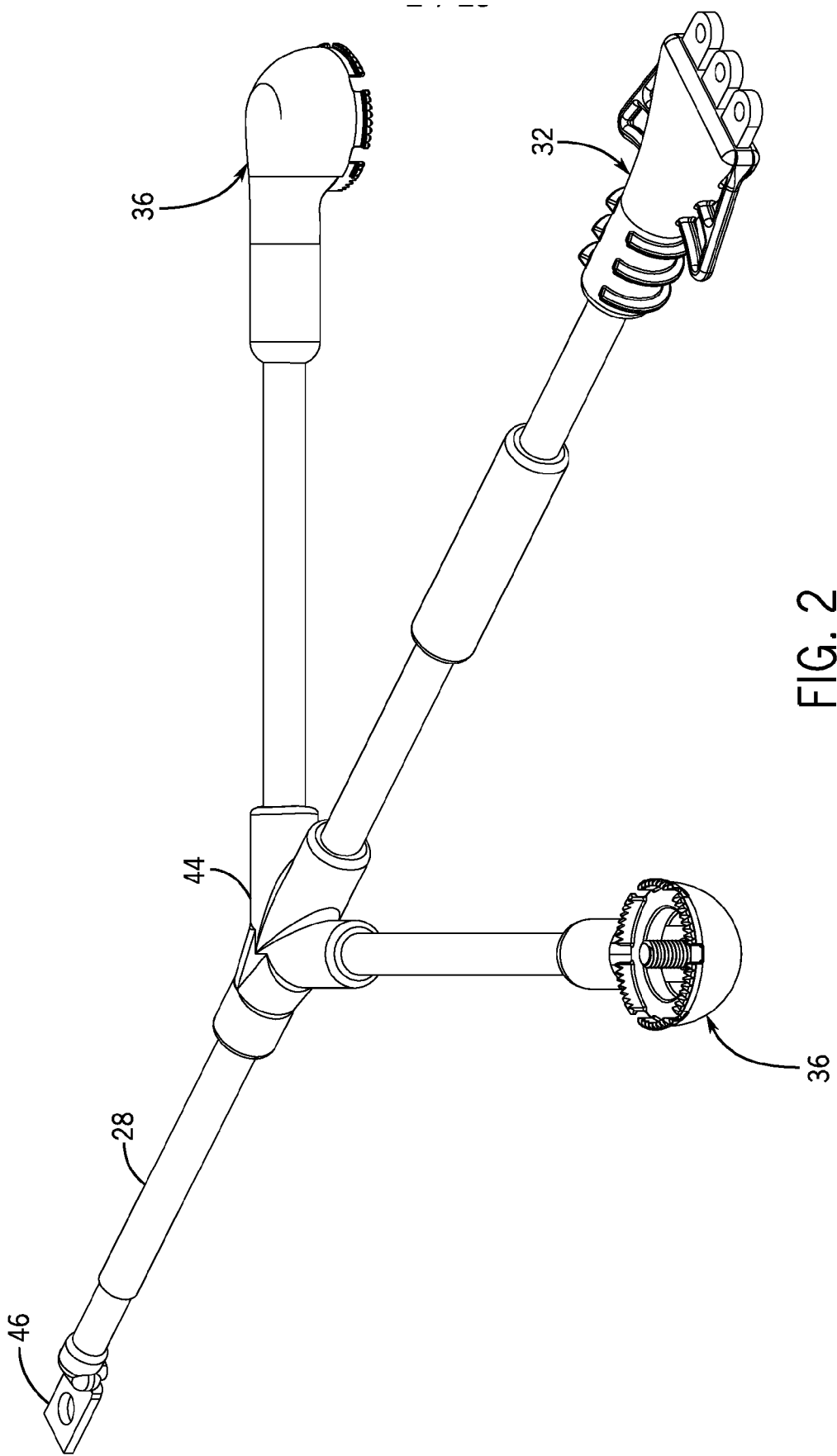
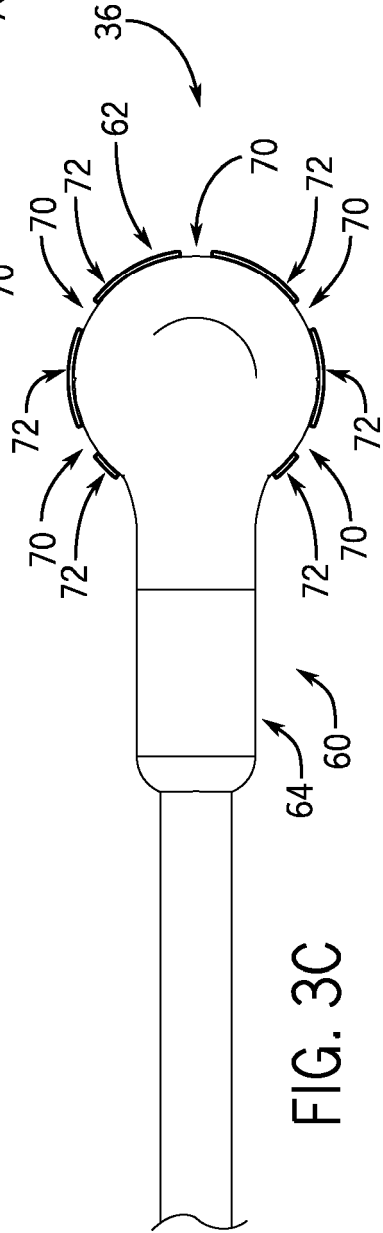
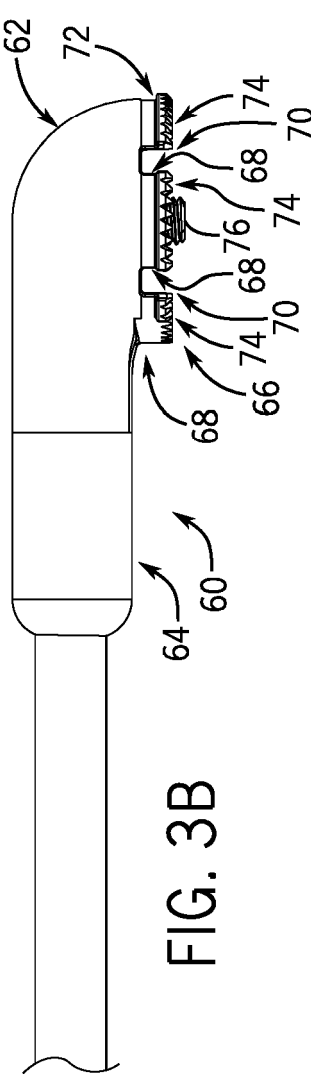
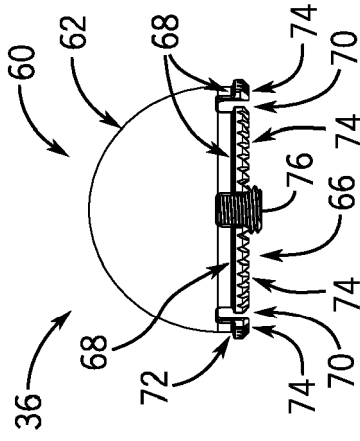
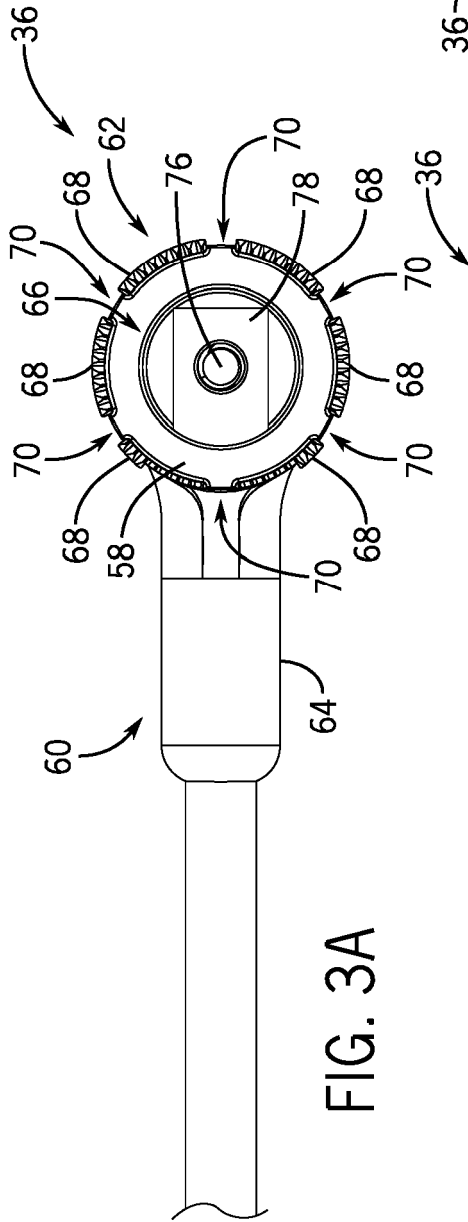


FIG. 2



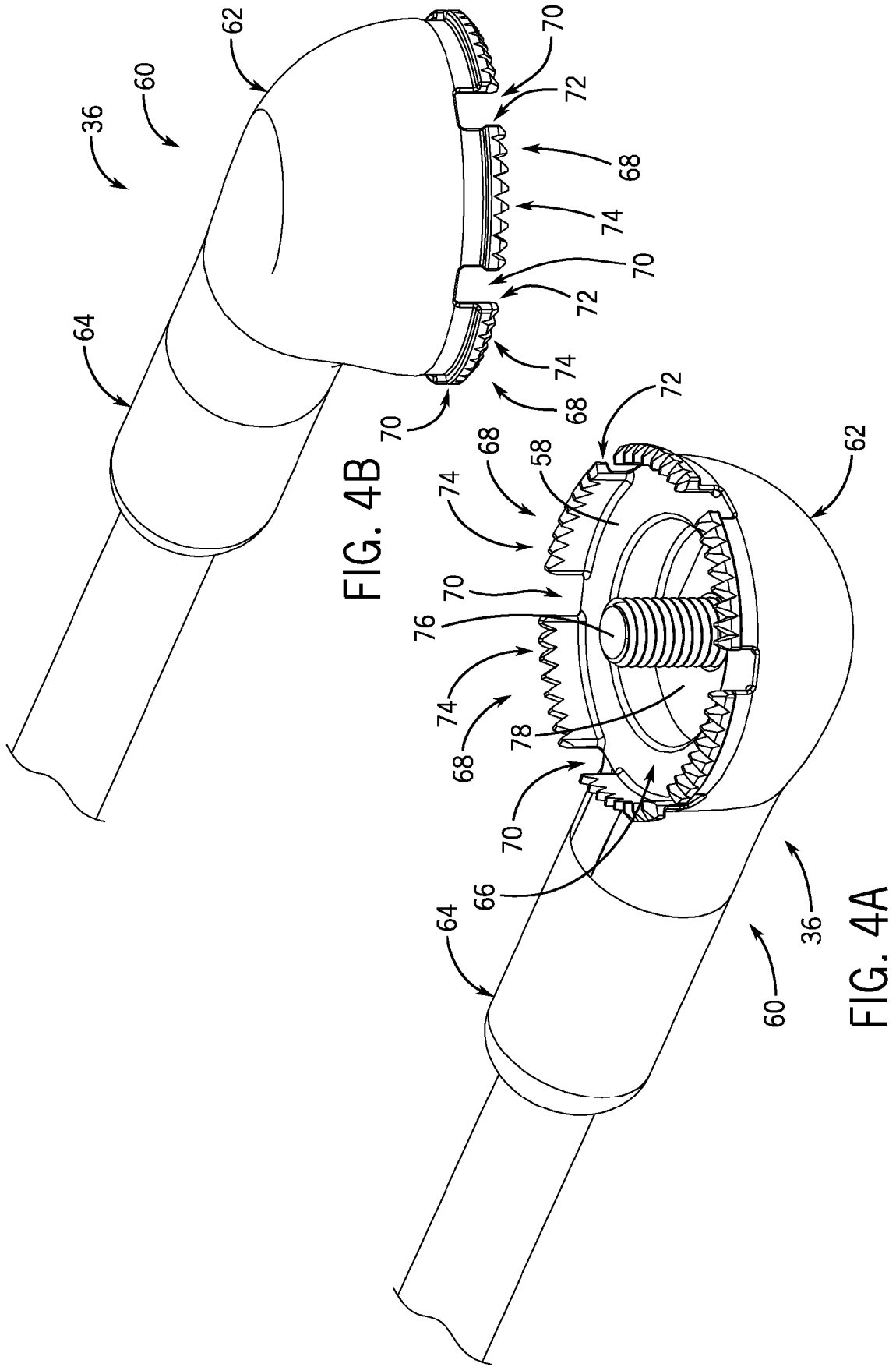


FIG. 4B

FIG. 4A

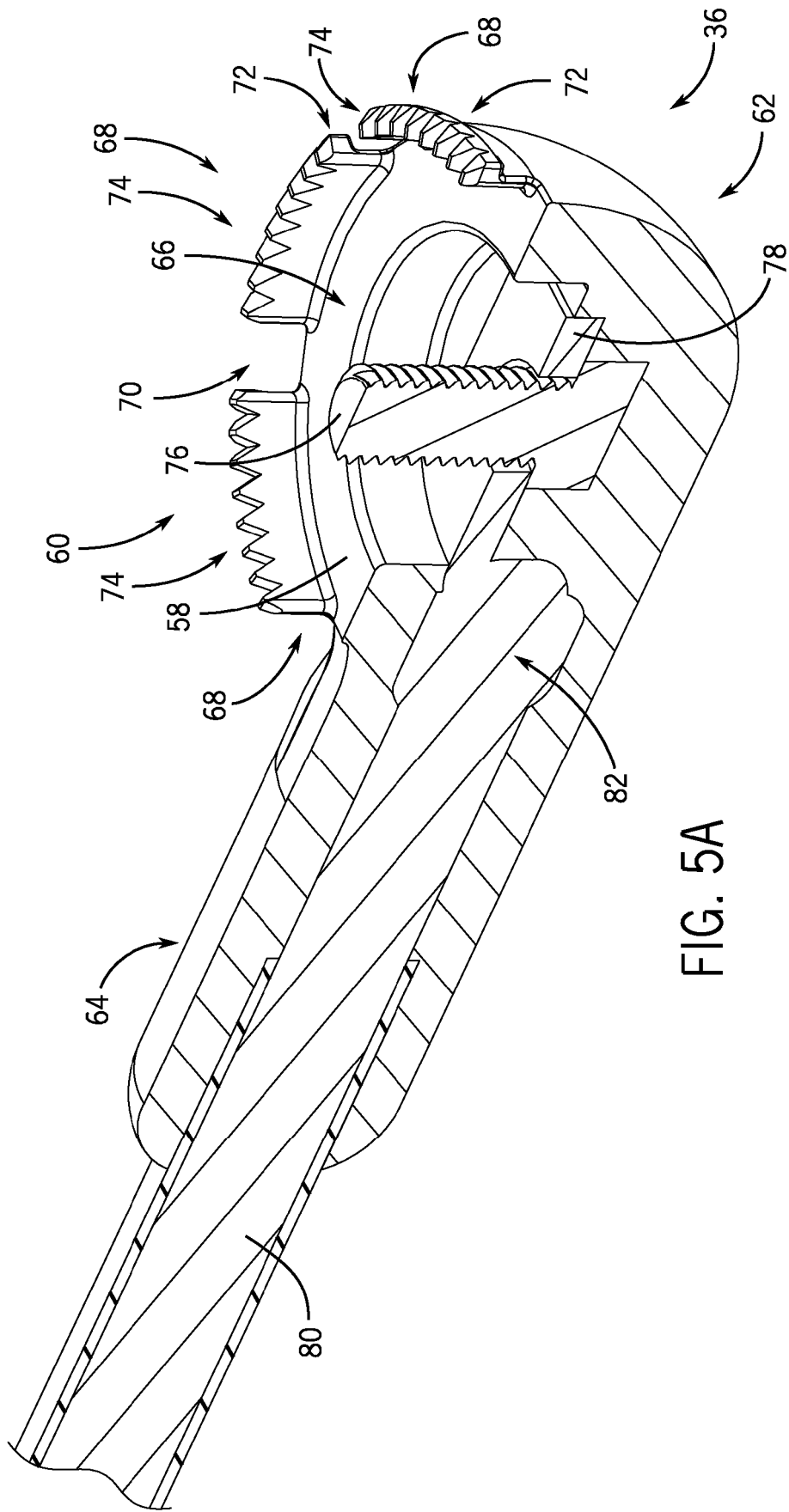


FIG. 5A

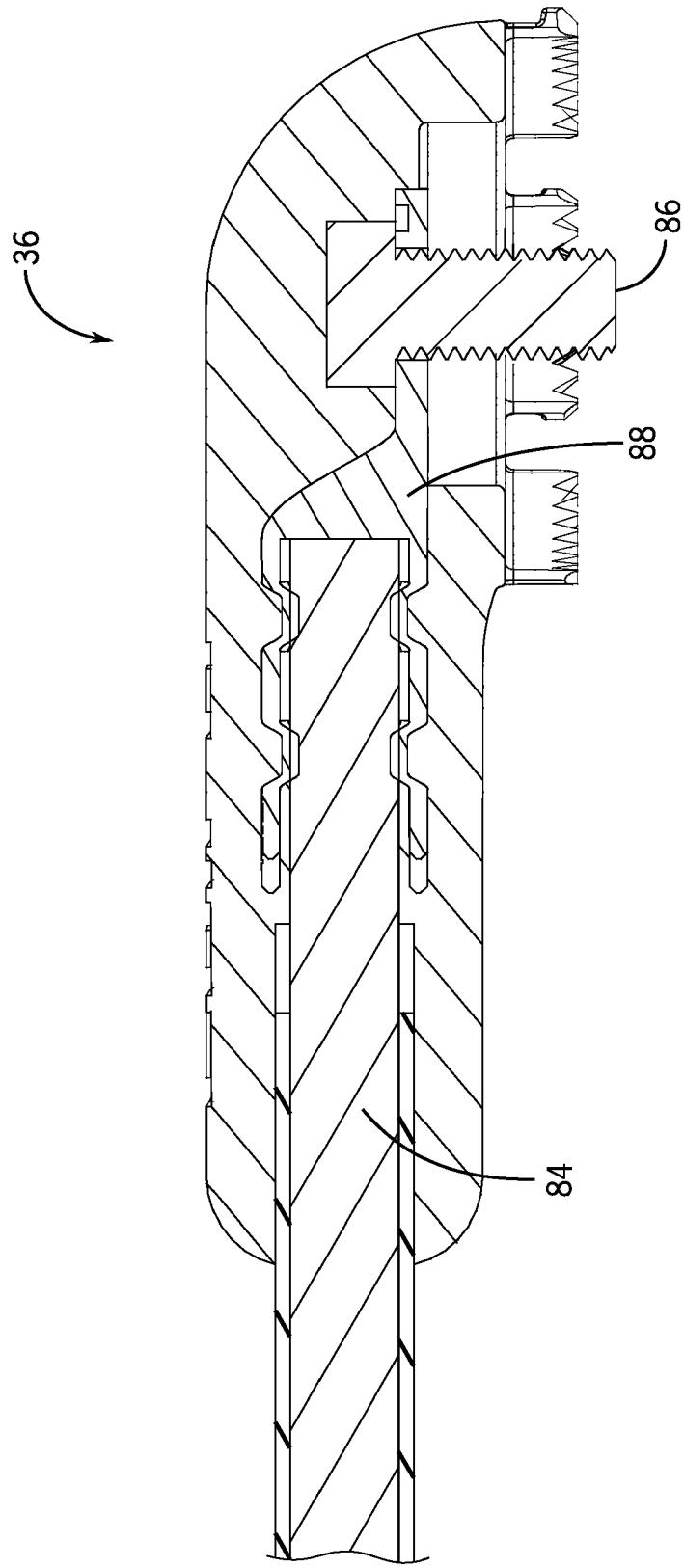


FIG. 5B

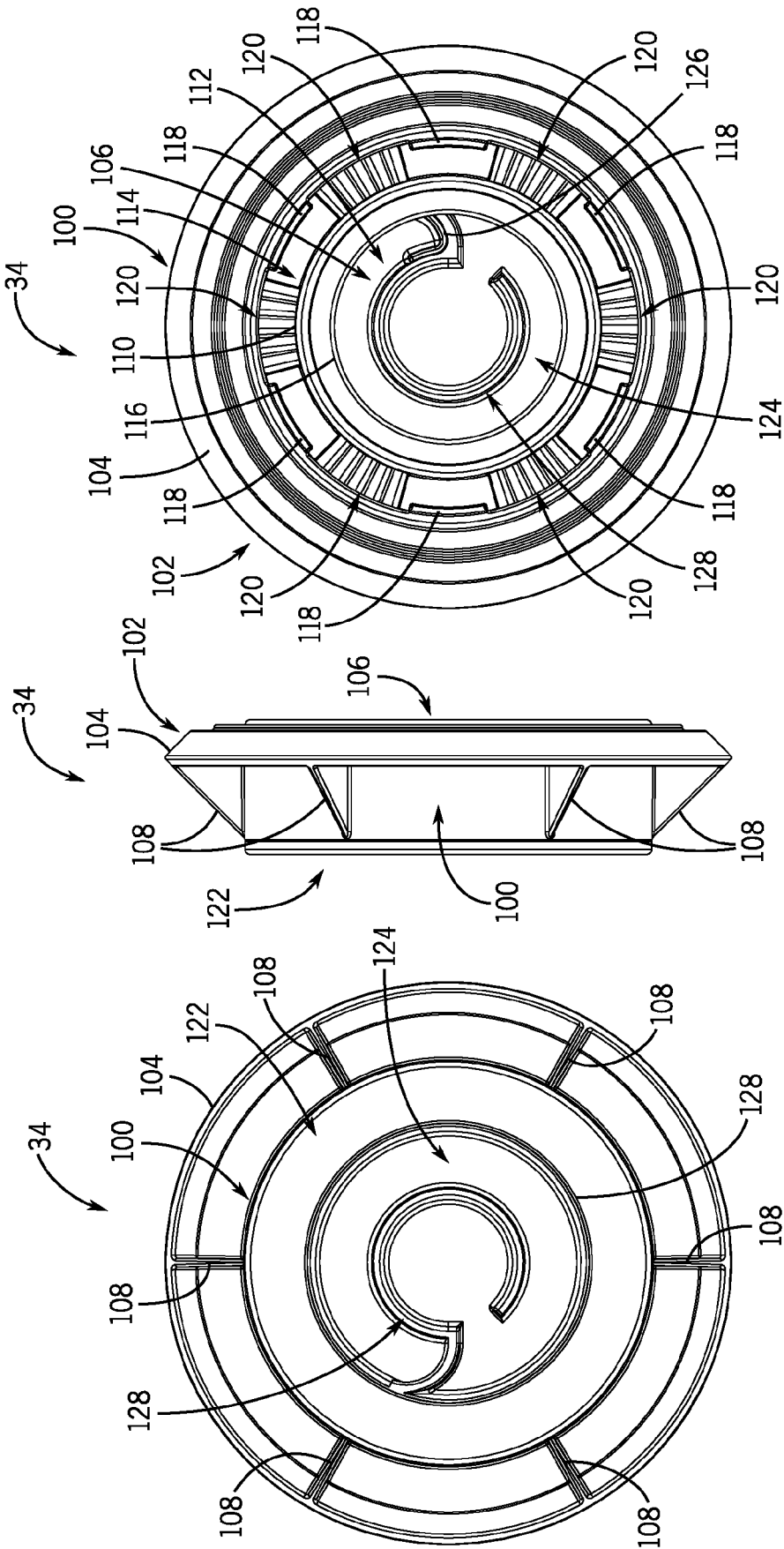
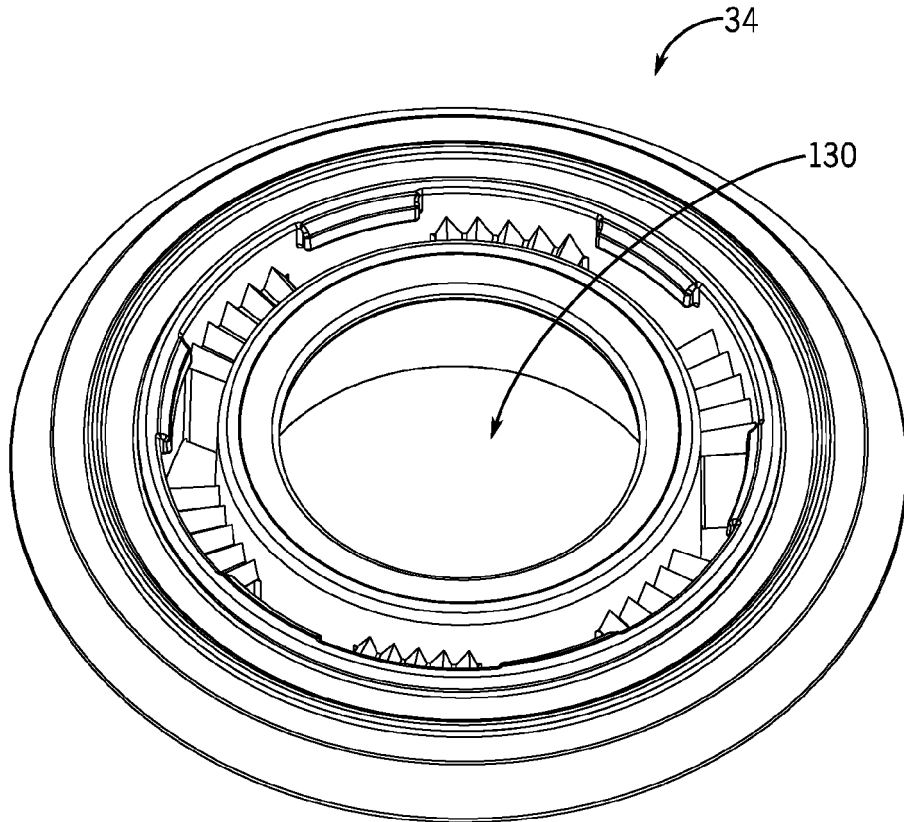
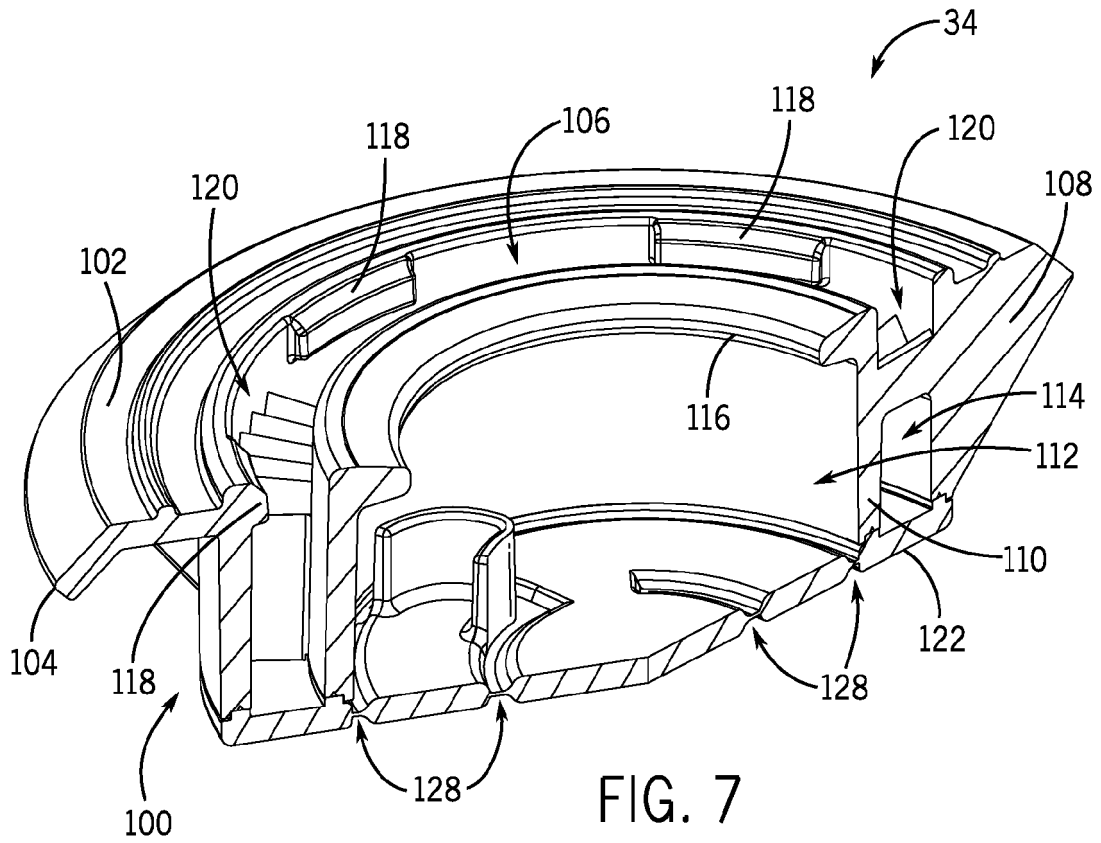


FIG. 6C

FIG. 6B

FIG. 6A



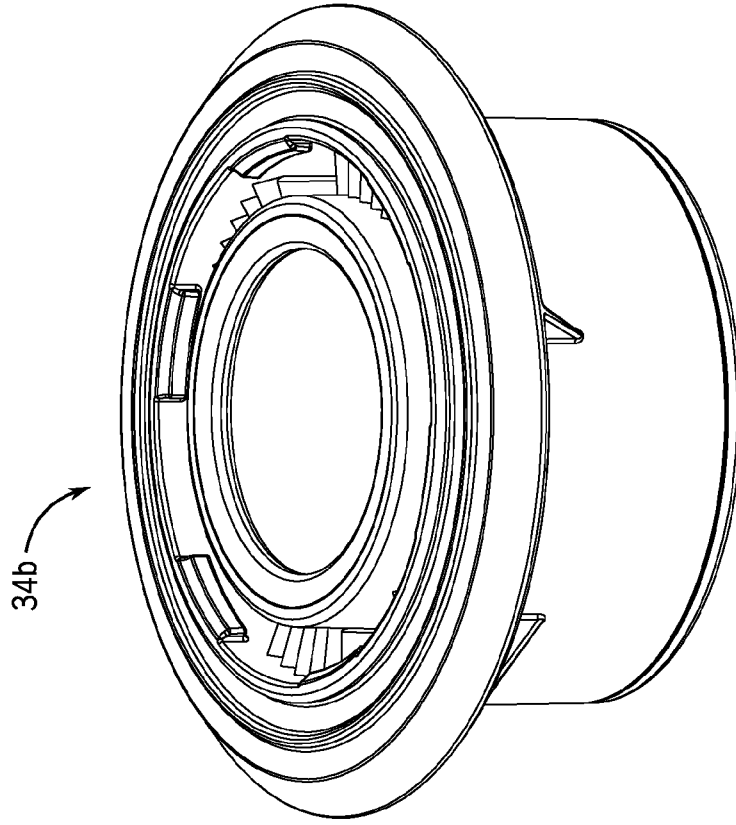


FIG. 10

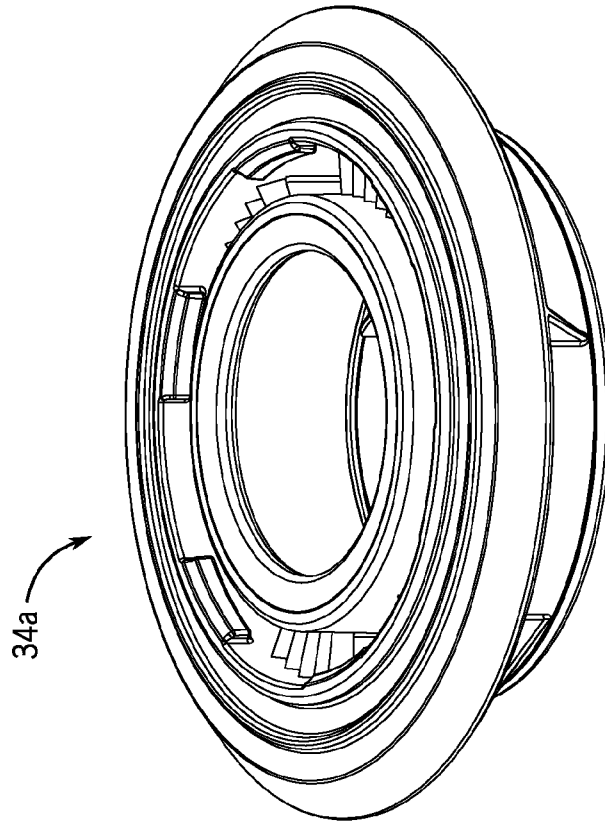


FIG. 9



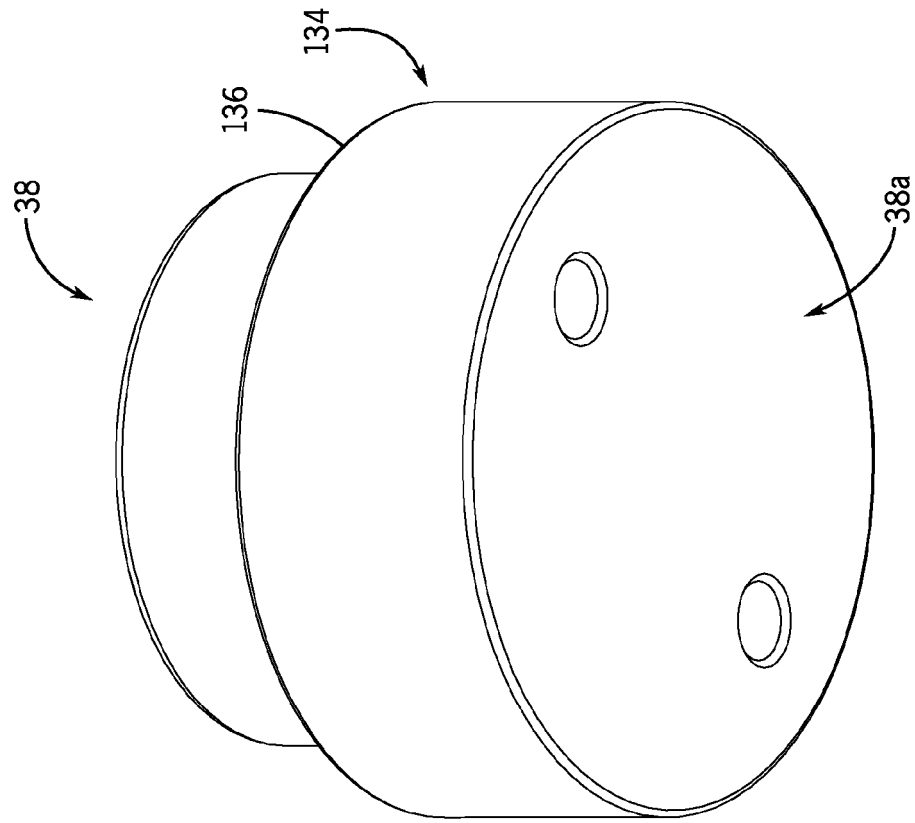


FIG. 11B

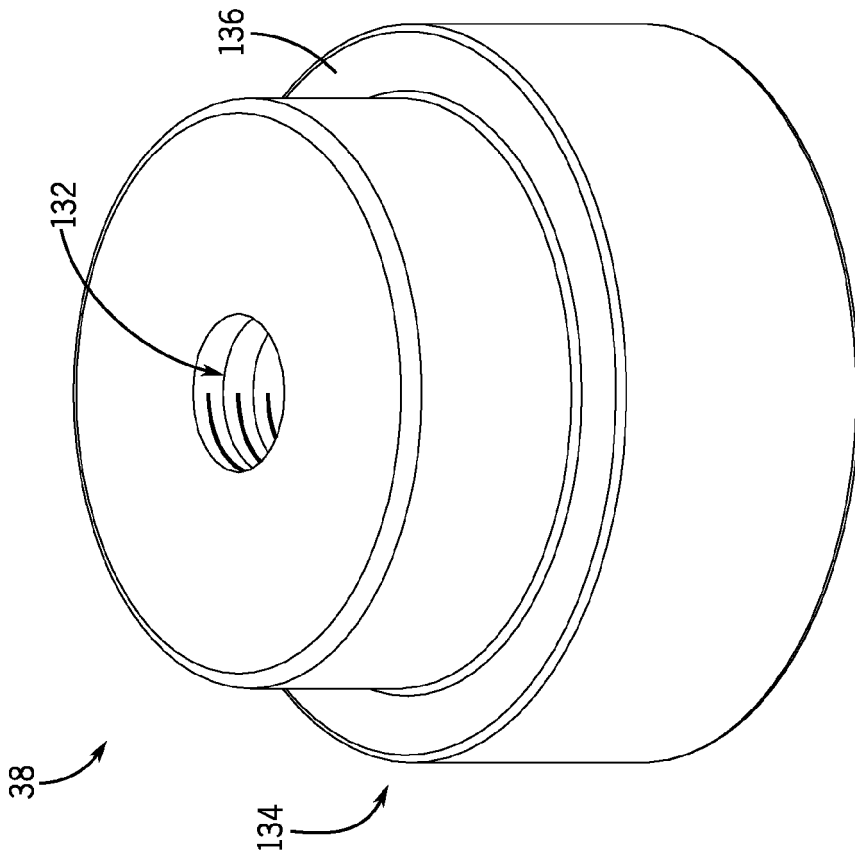


FIG. 11A

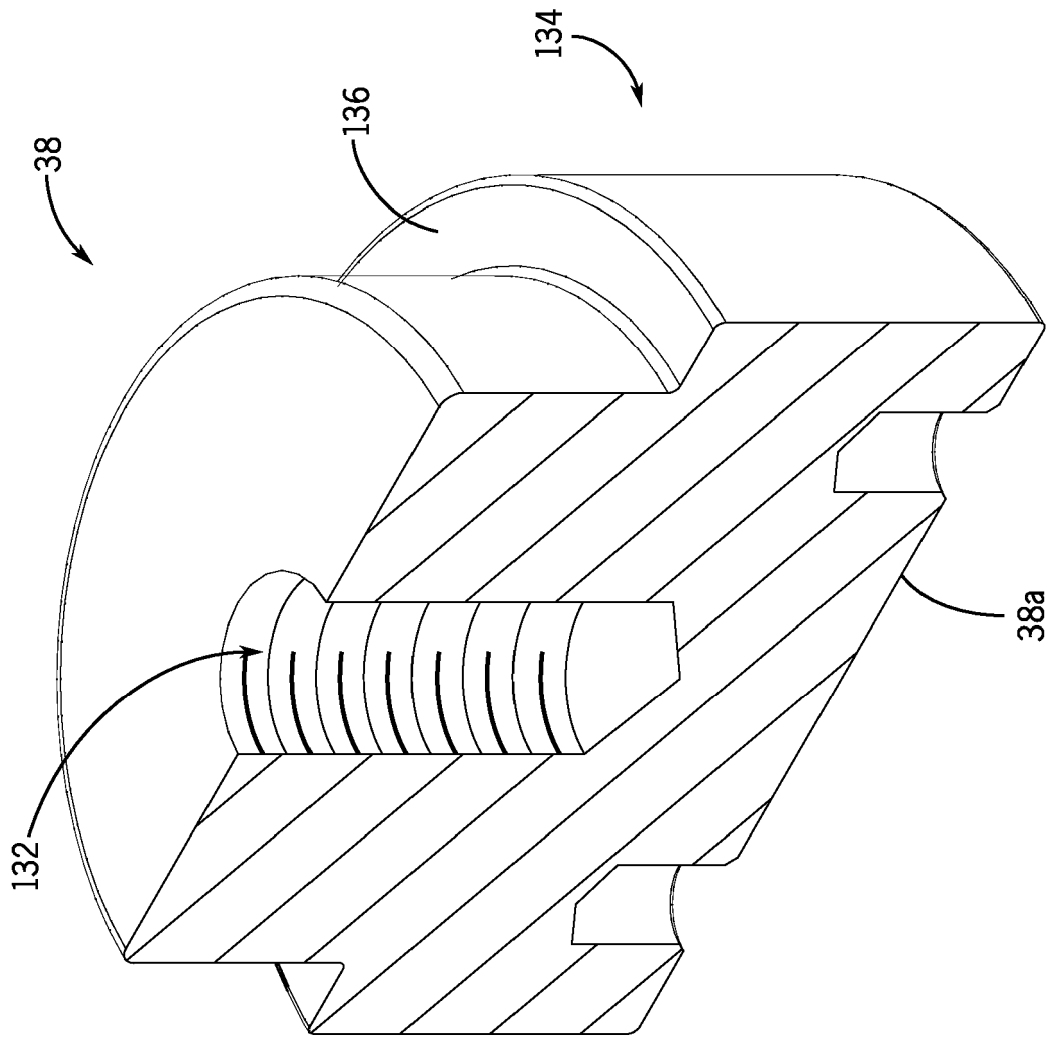


FIG. 11C

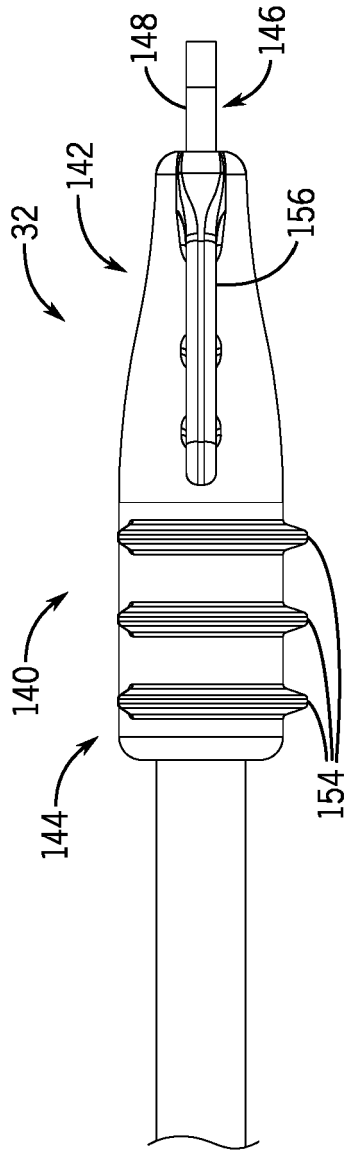


FIG. 12A

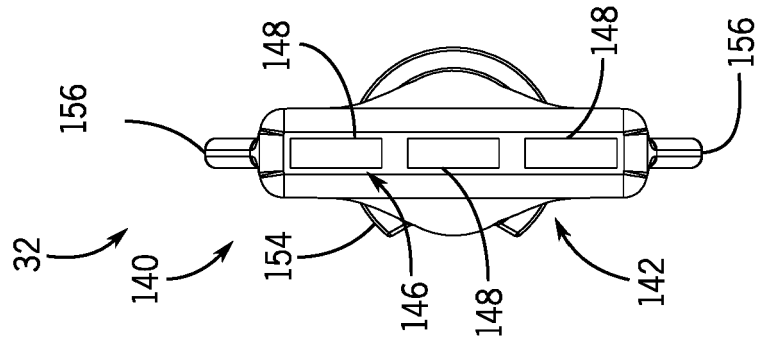


FIG. 12C

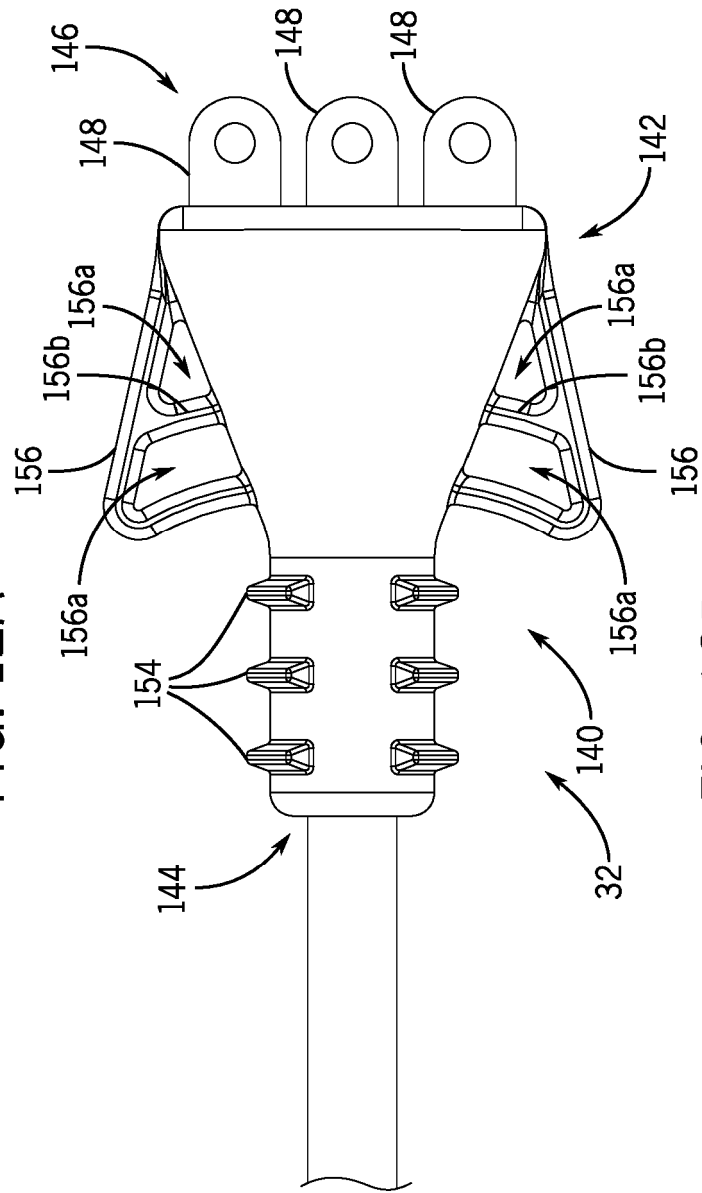


FIG. 12B

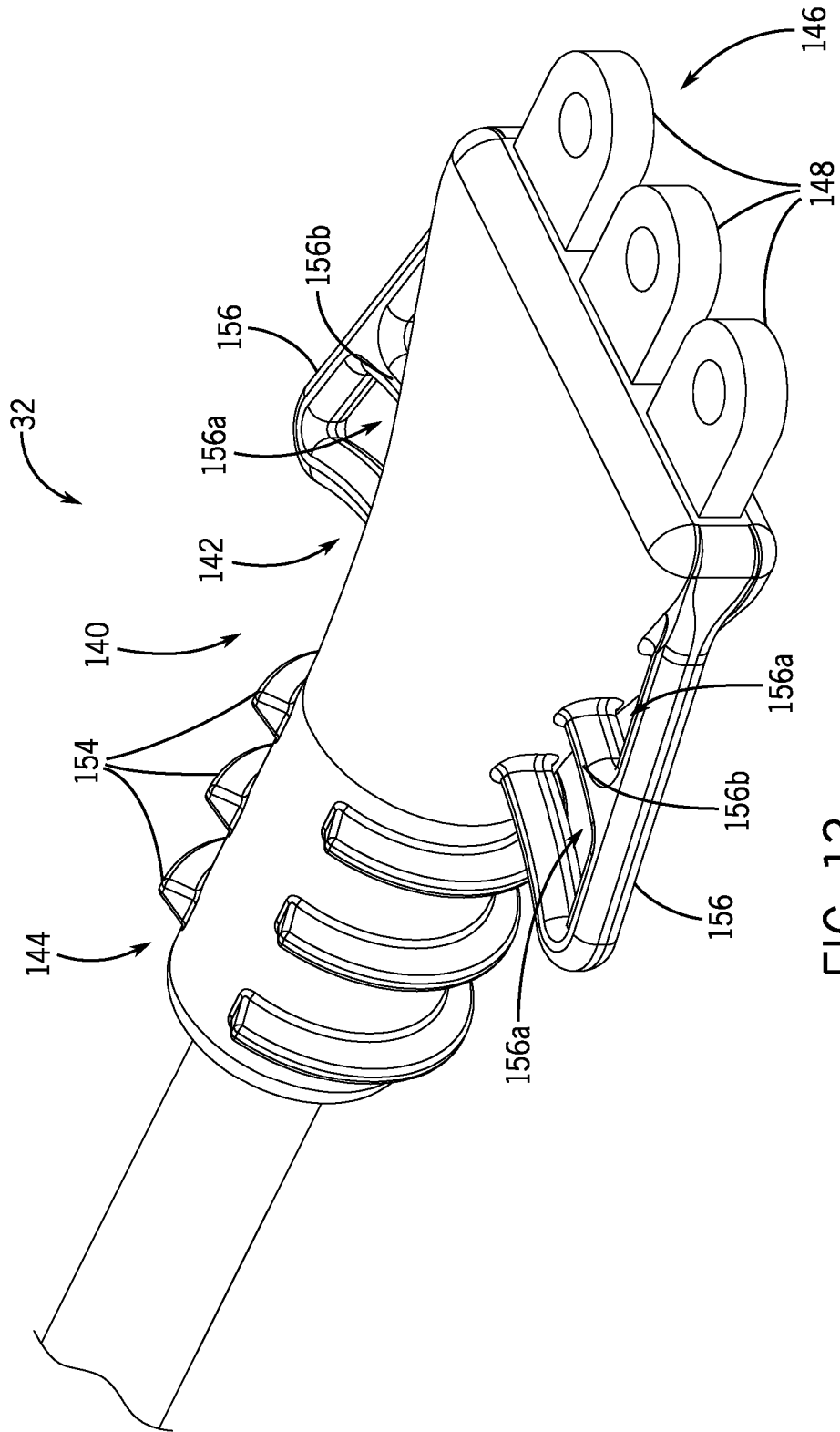


FIG. 13

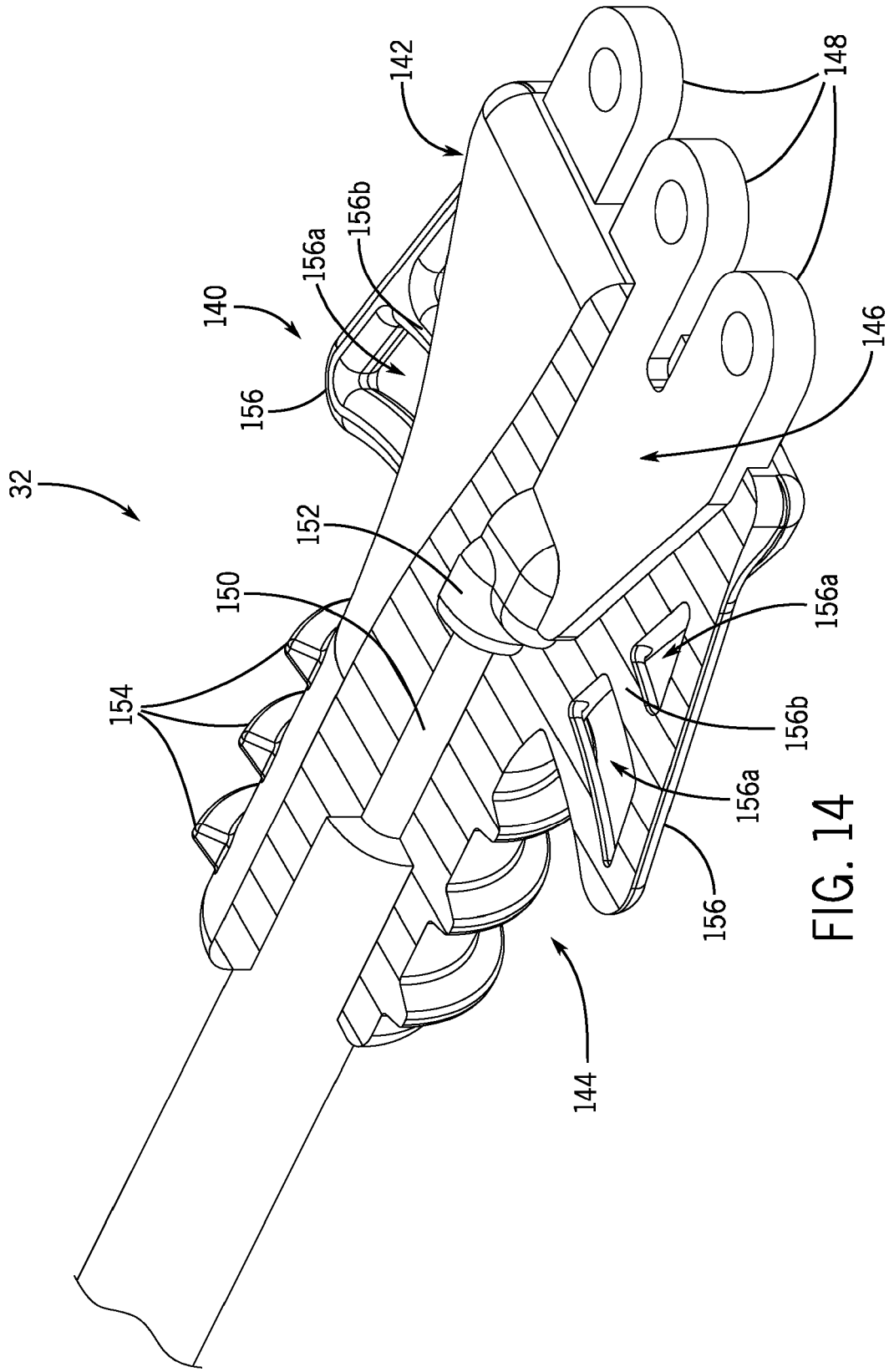


FIG. 14

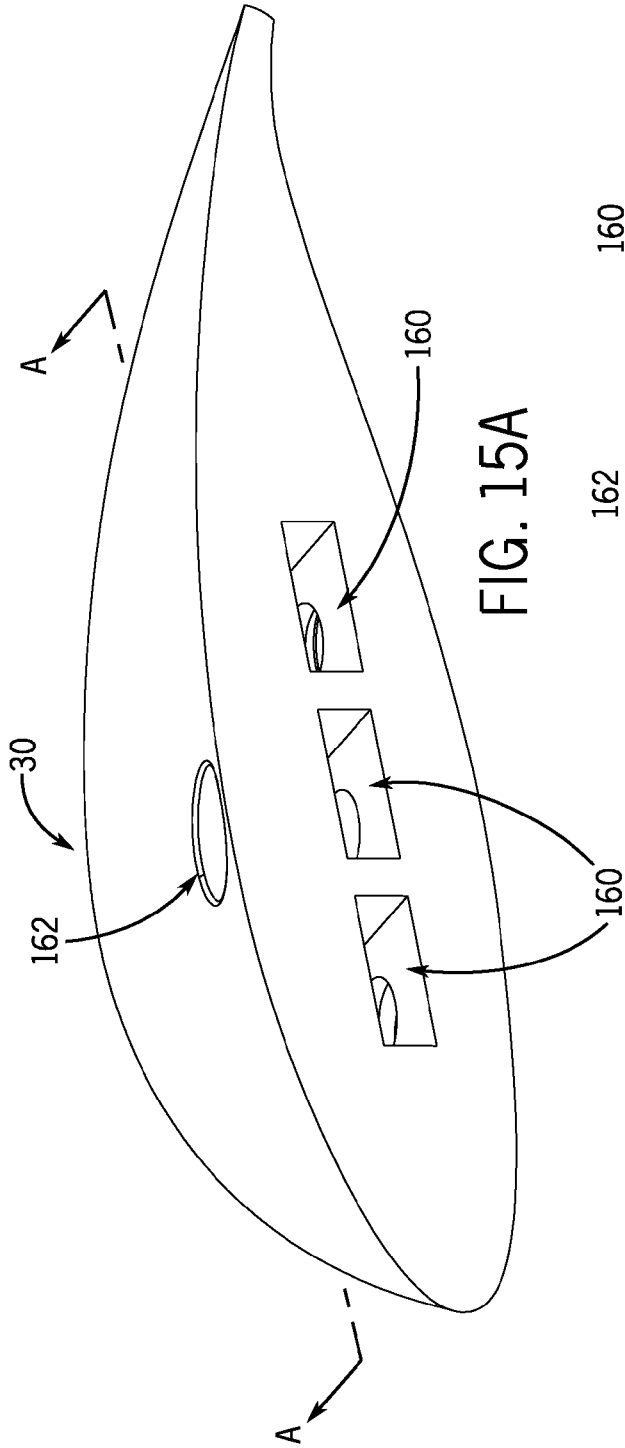


FIG. 15A

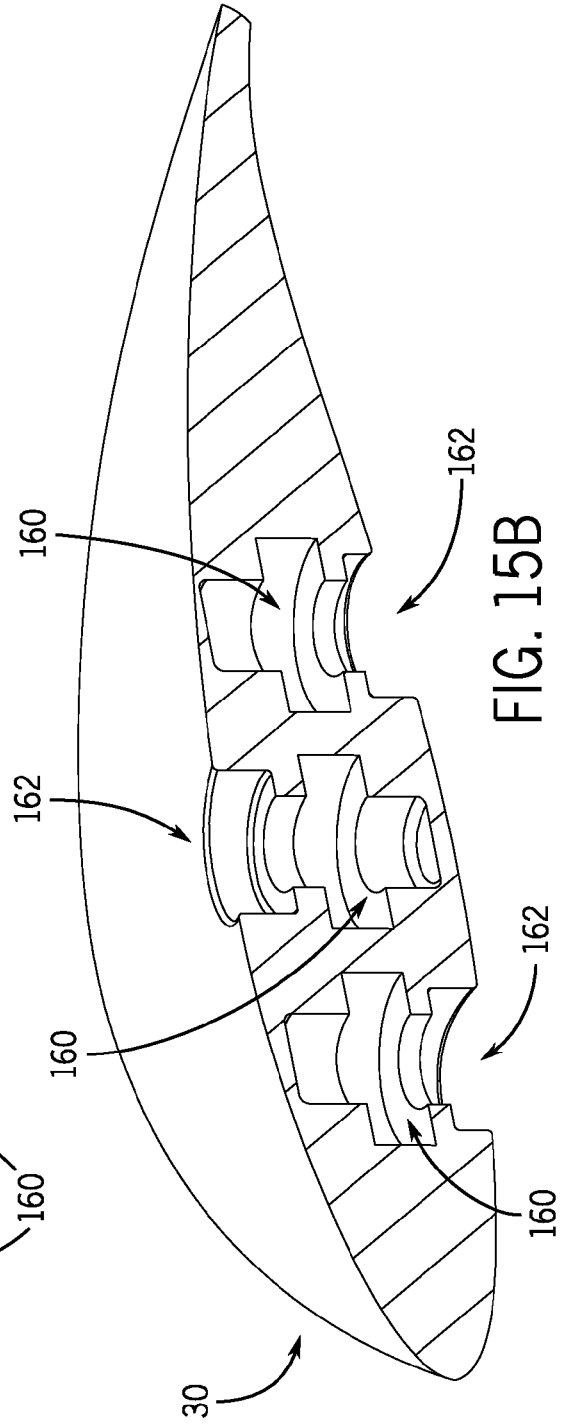


FIG. 15B

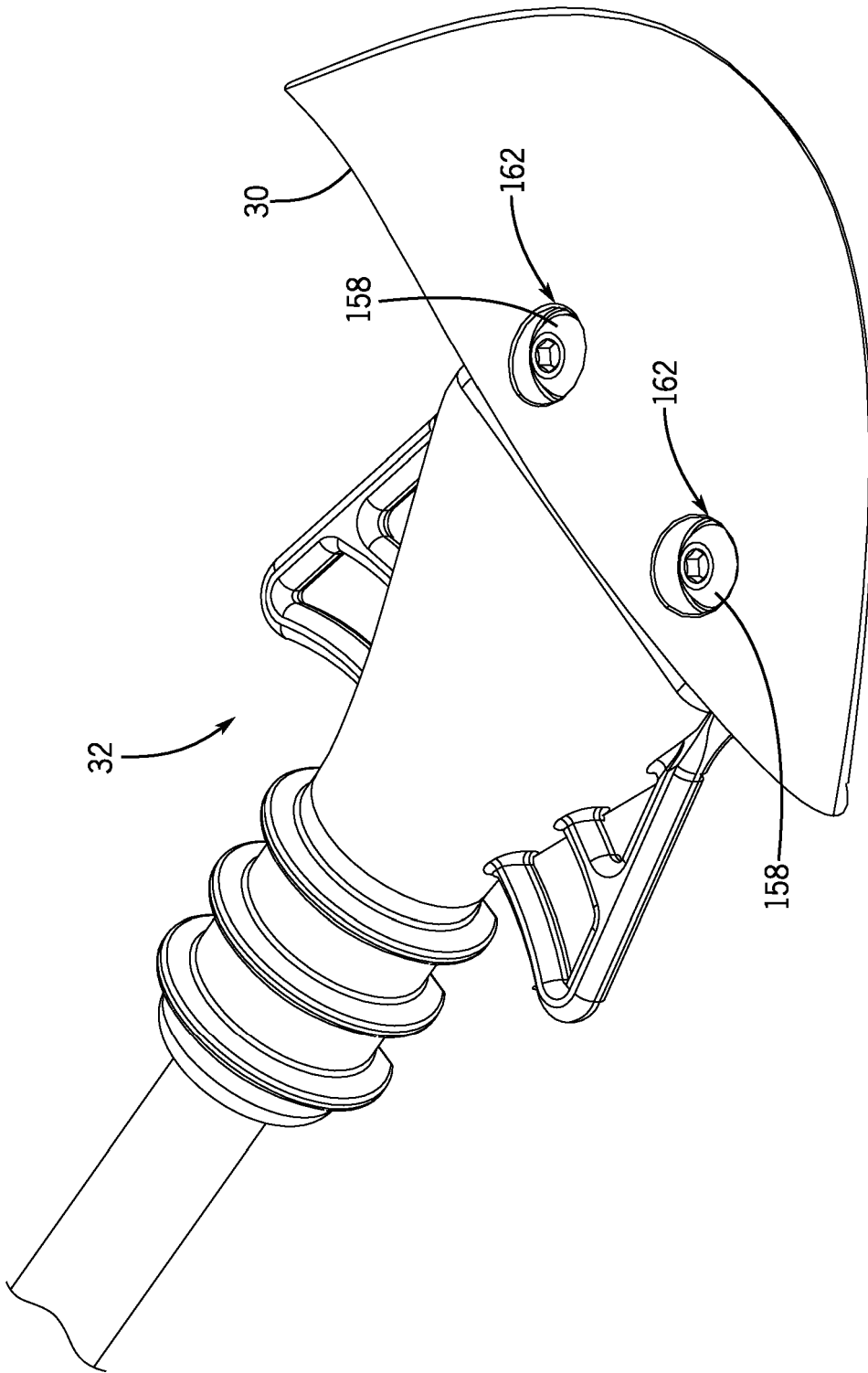


FIG. 16A

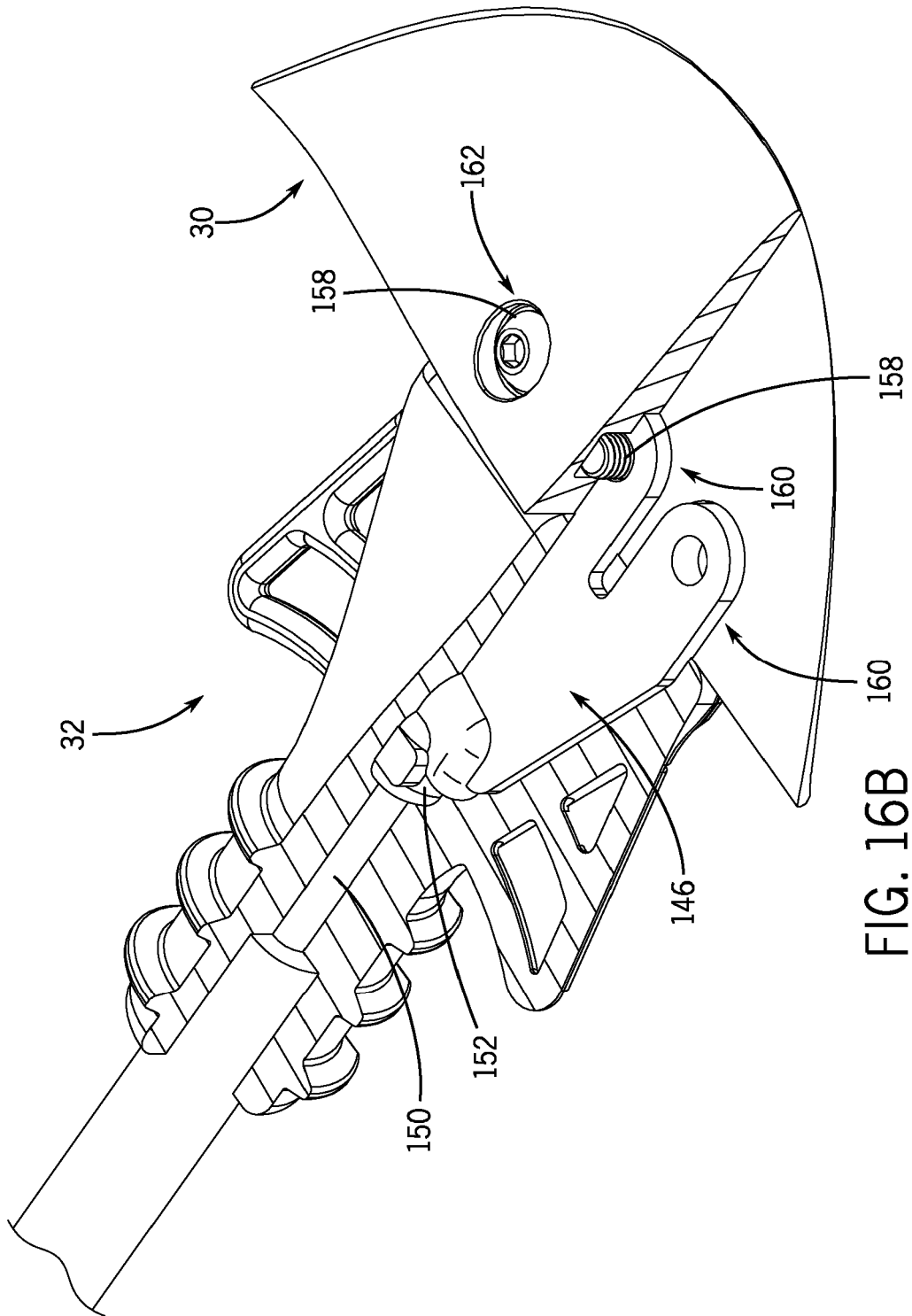


FIG. 16B



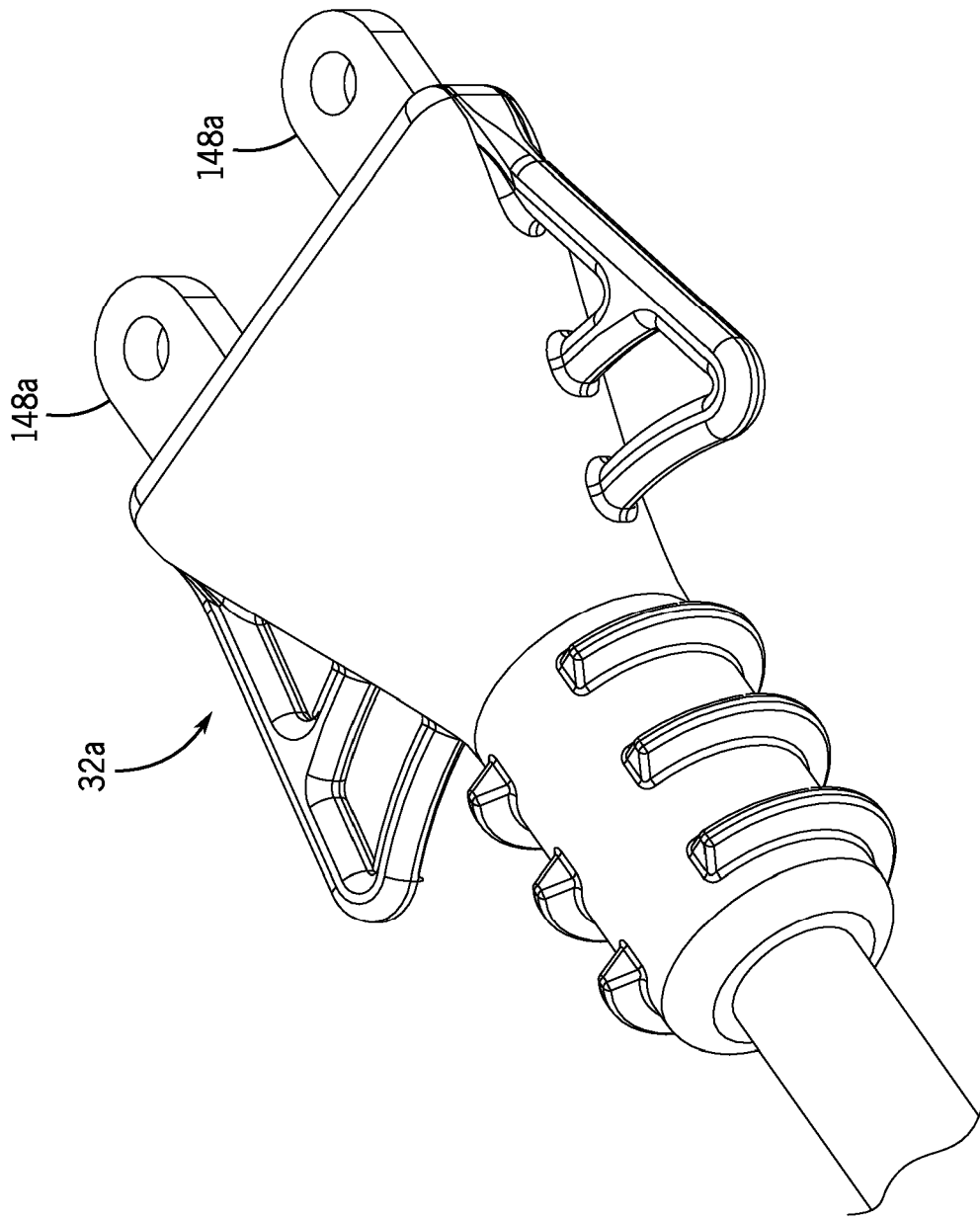


FIG. 17

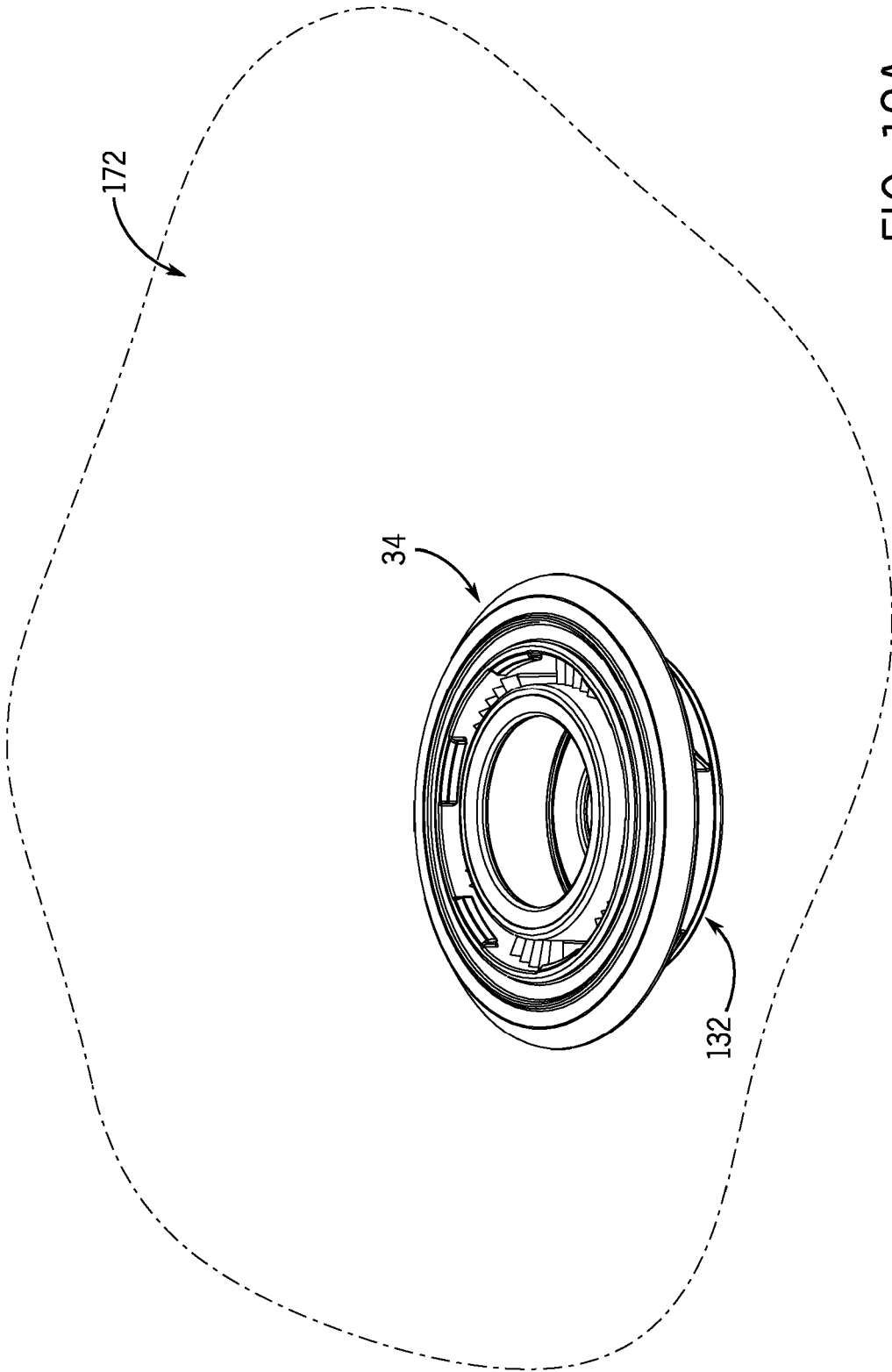


FIG. 18A

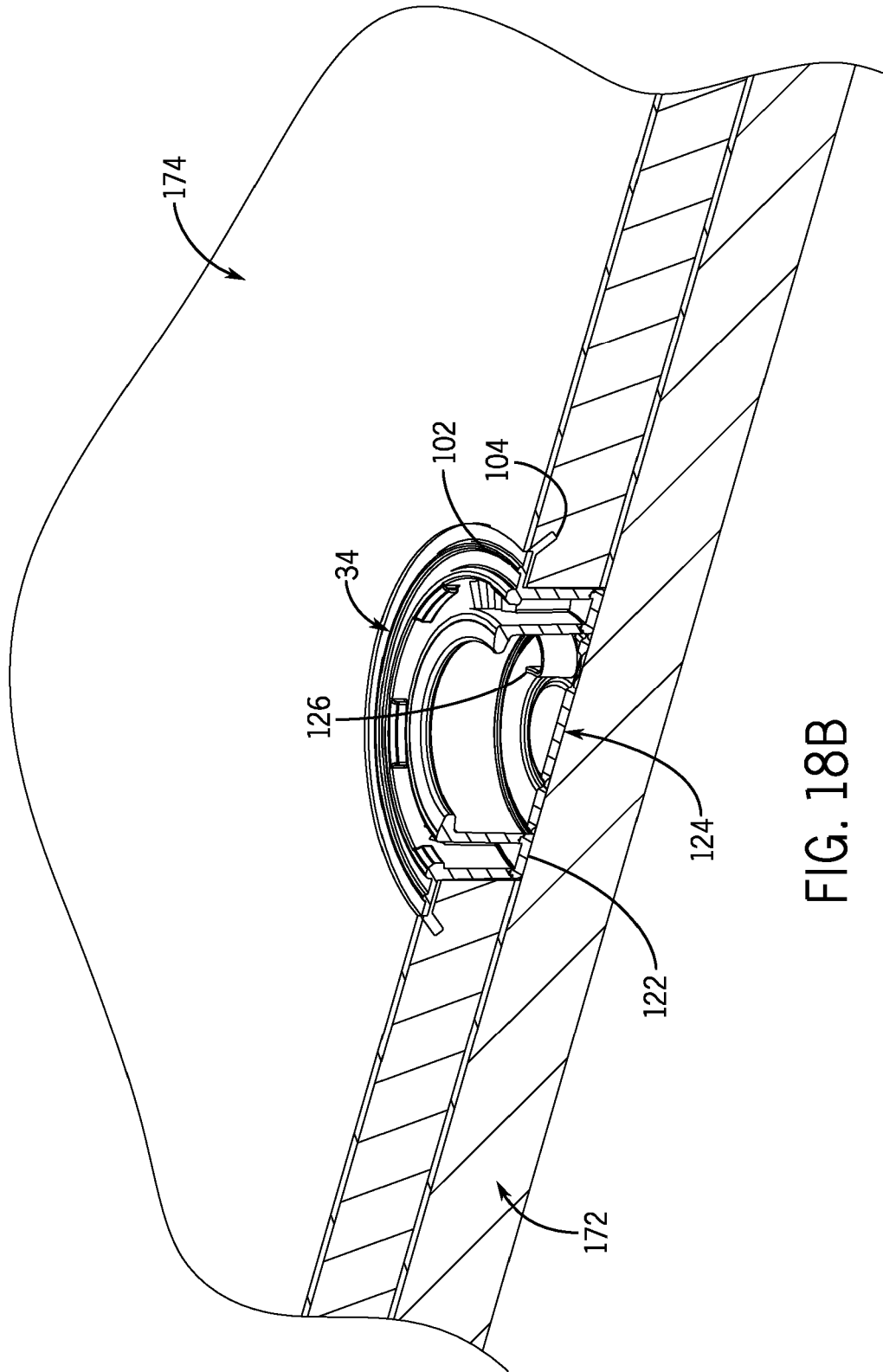


FIG. 18B

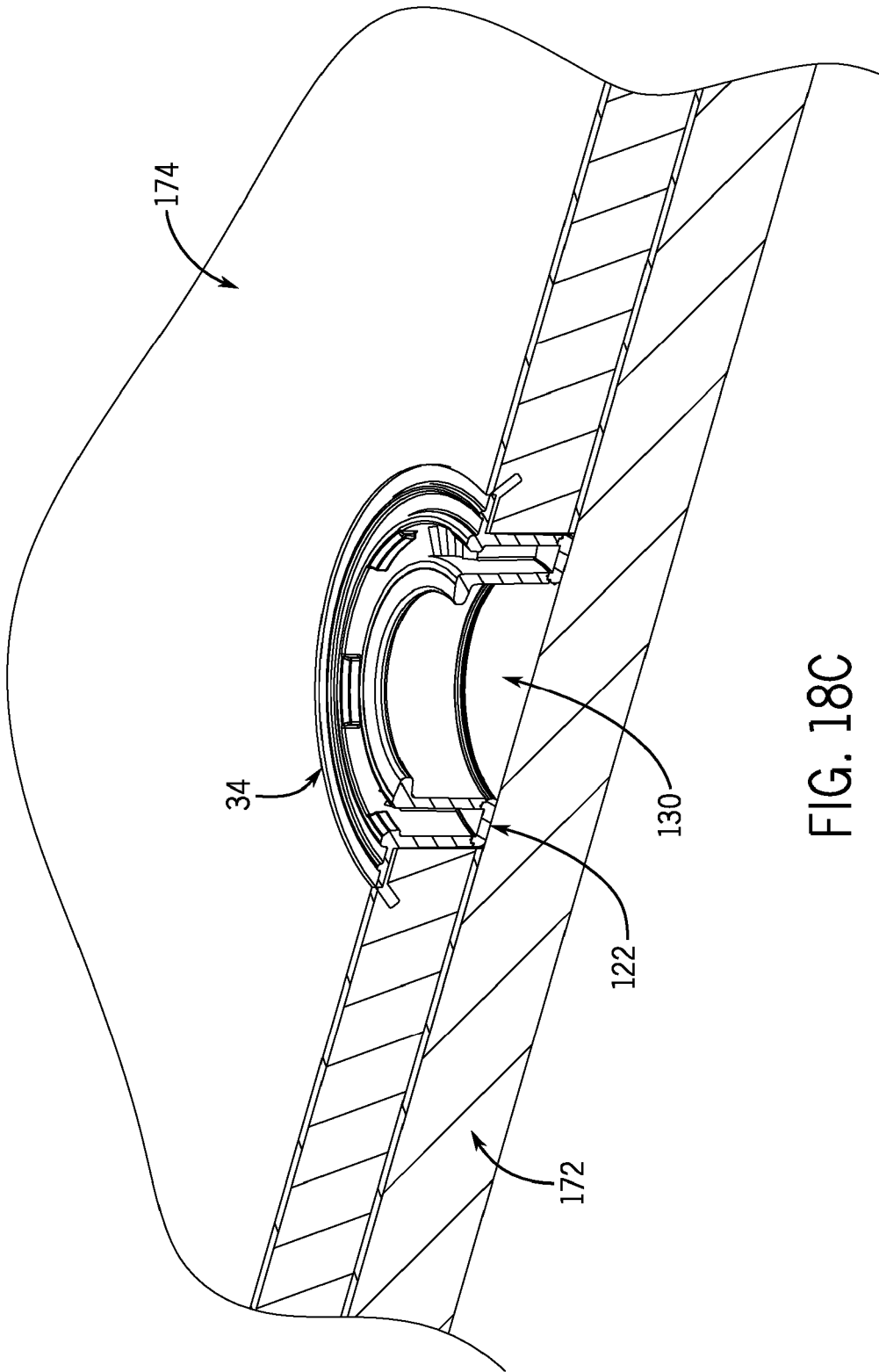


FIG. 18C

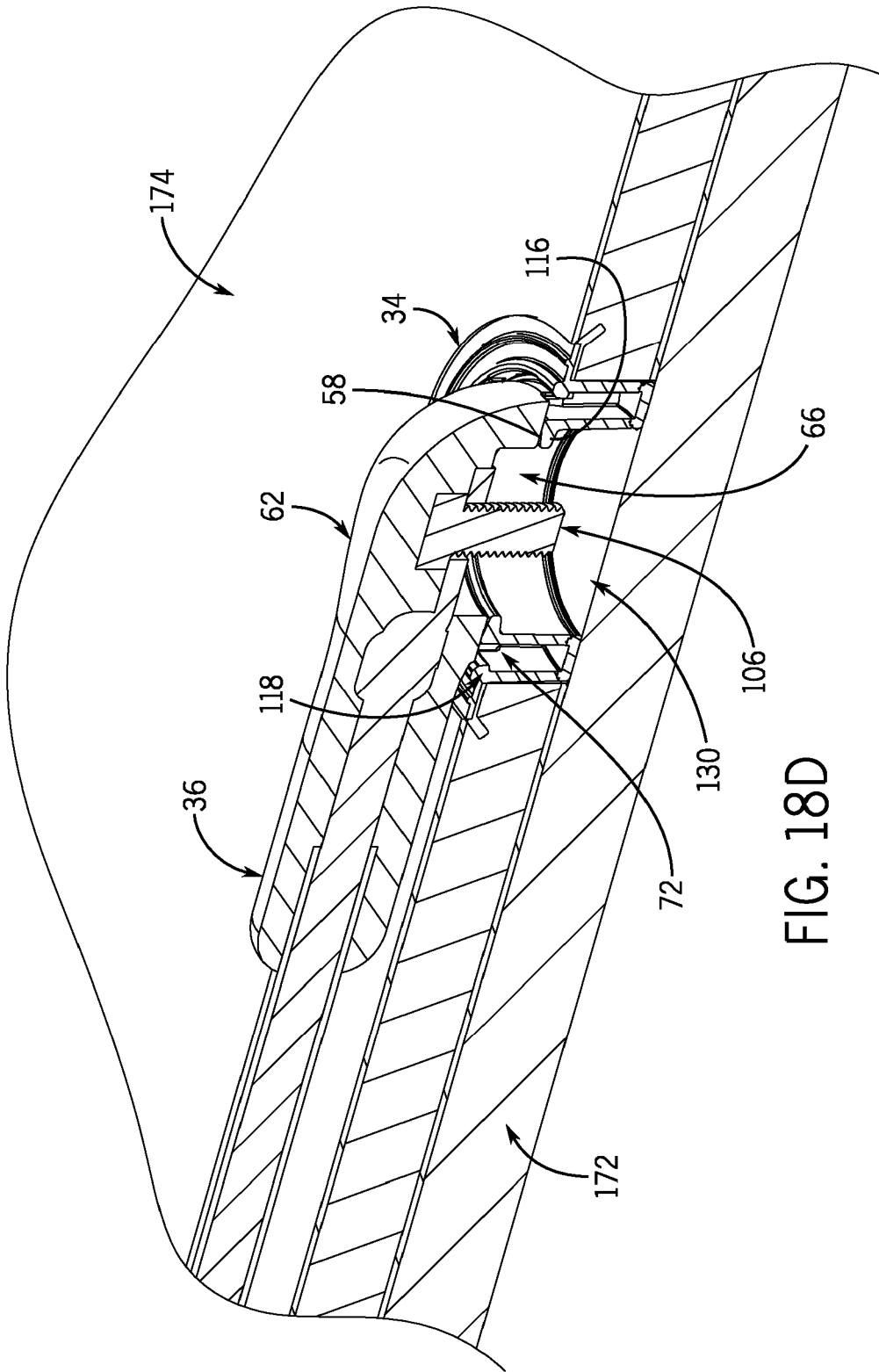


FIG. 18D

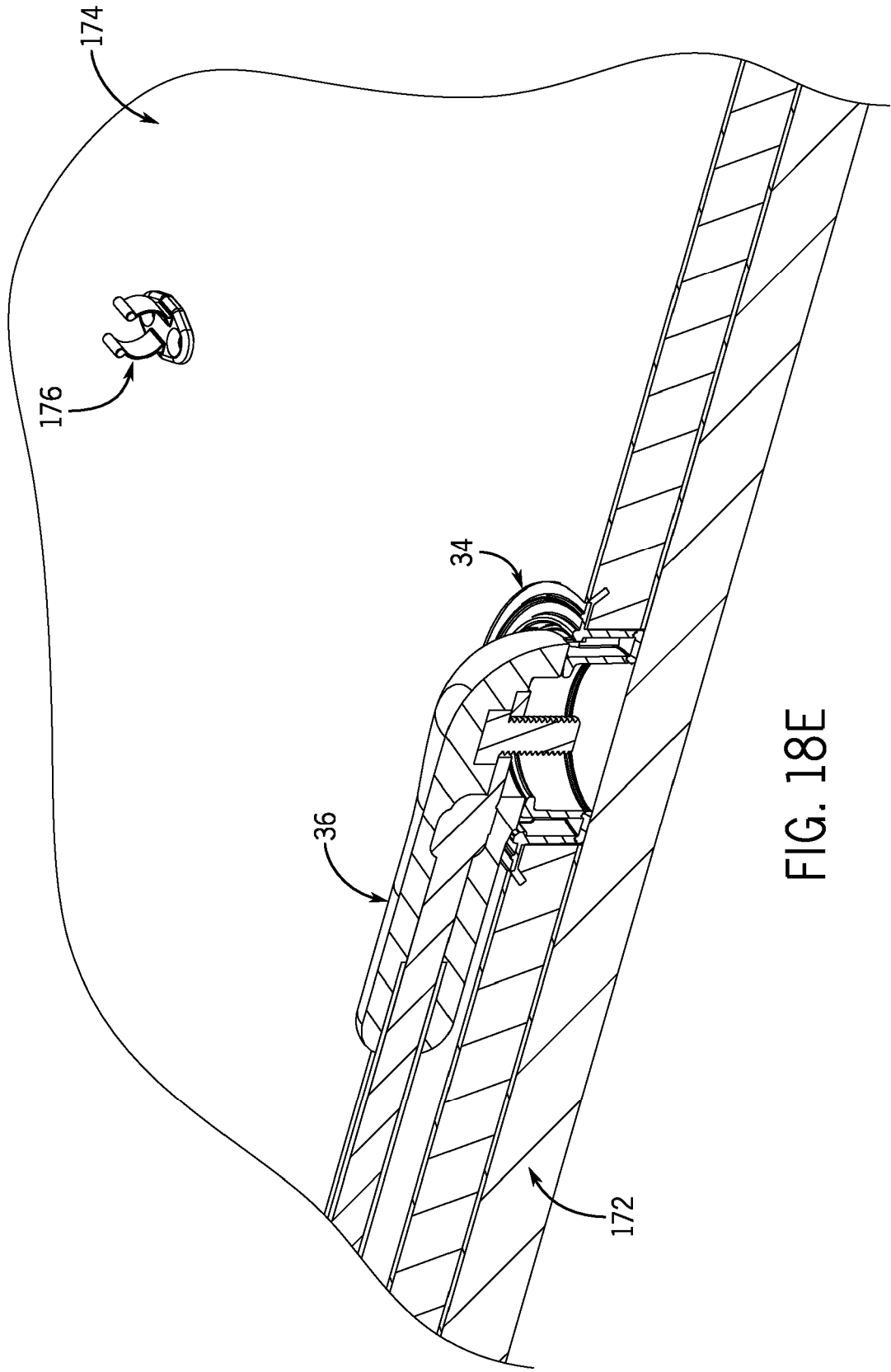


FIG. 18E

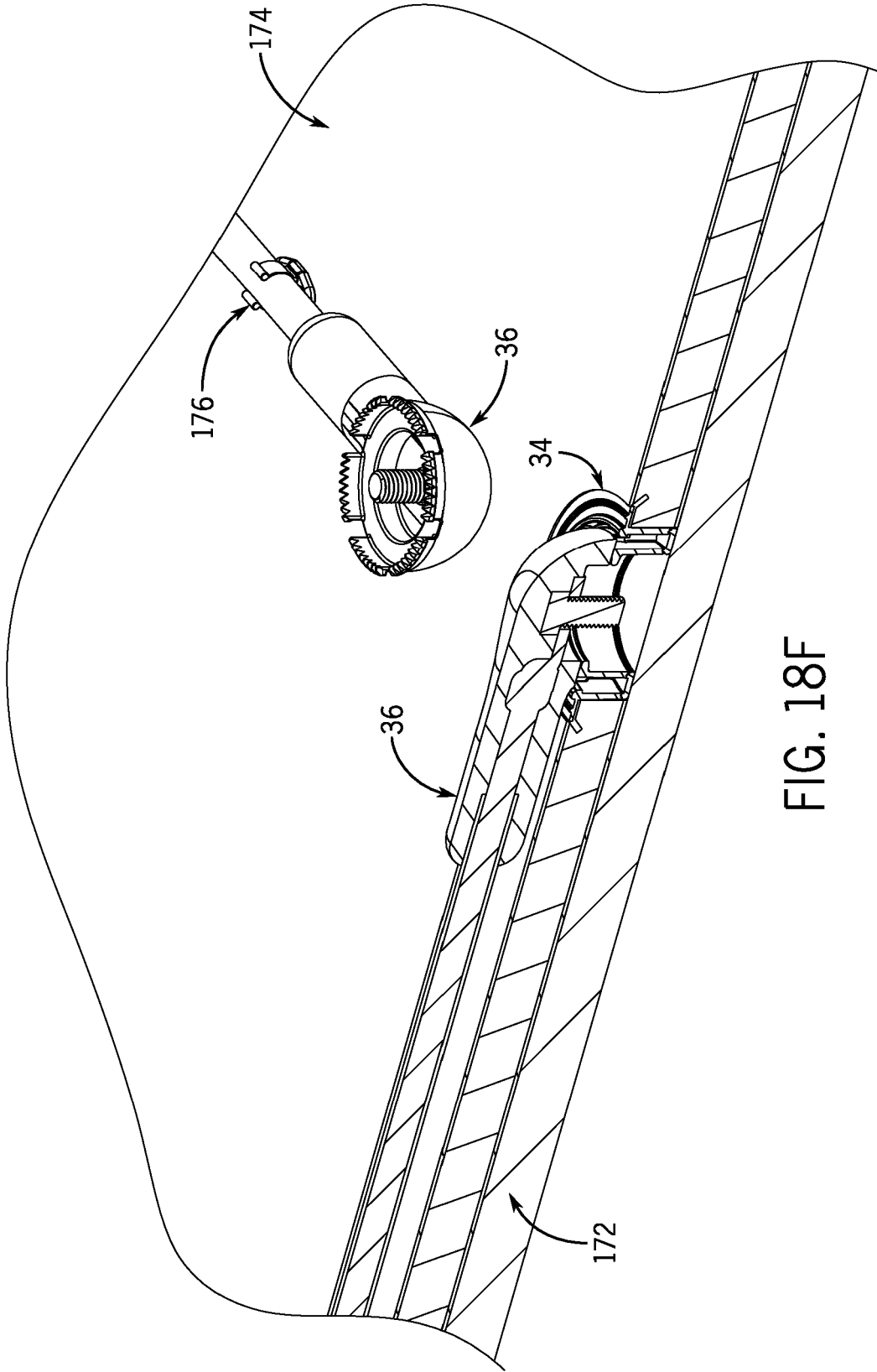


FIG. 18F

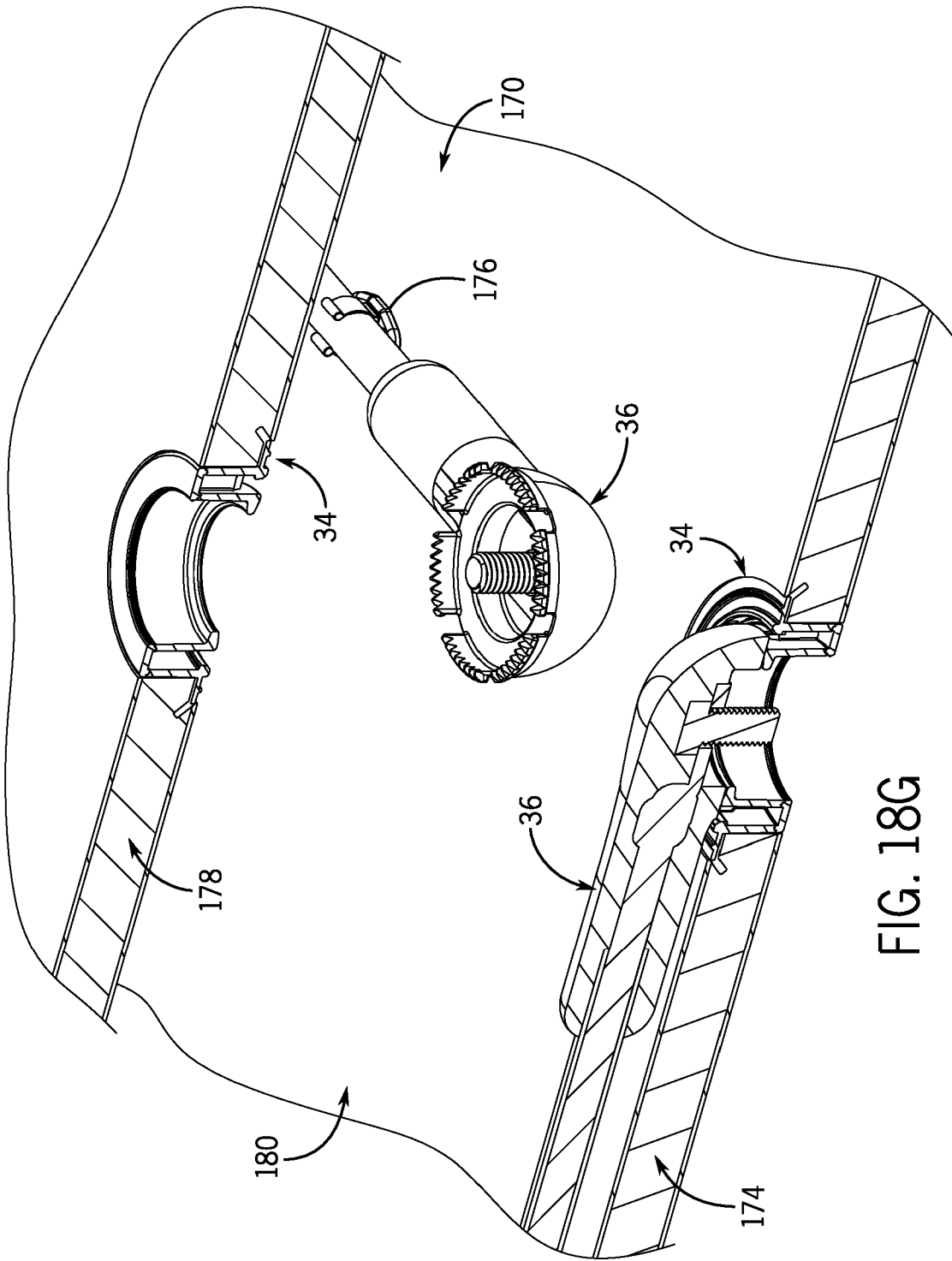


FIG. 18G



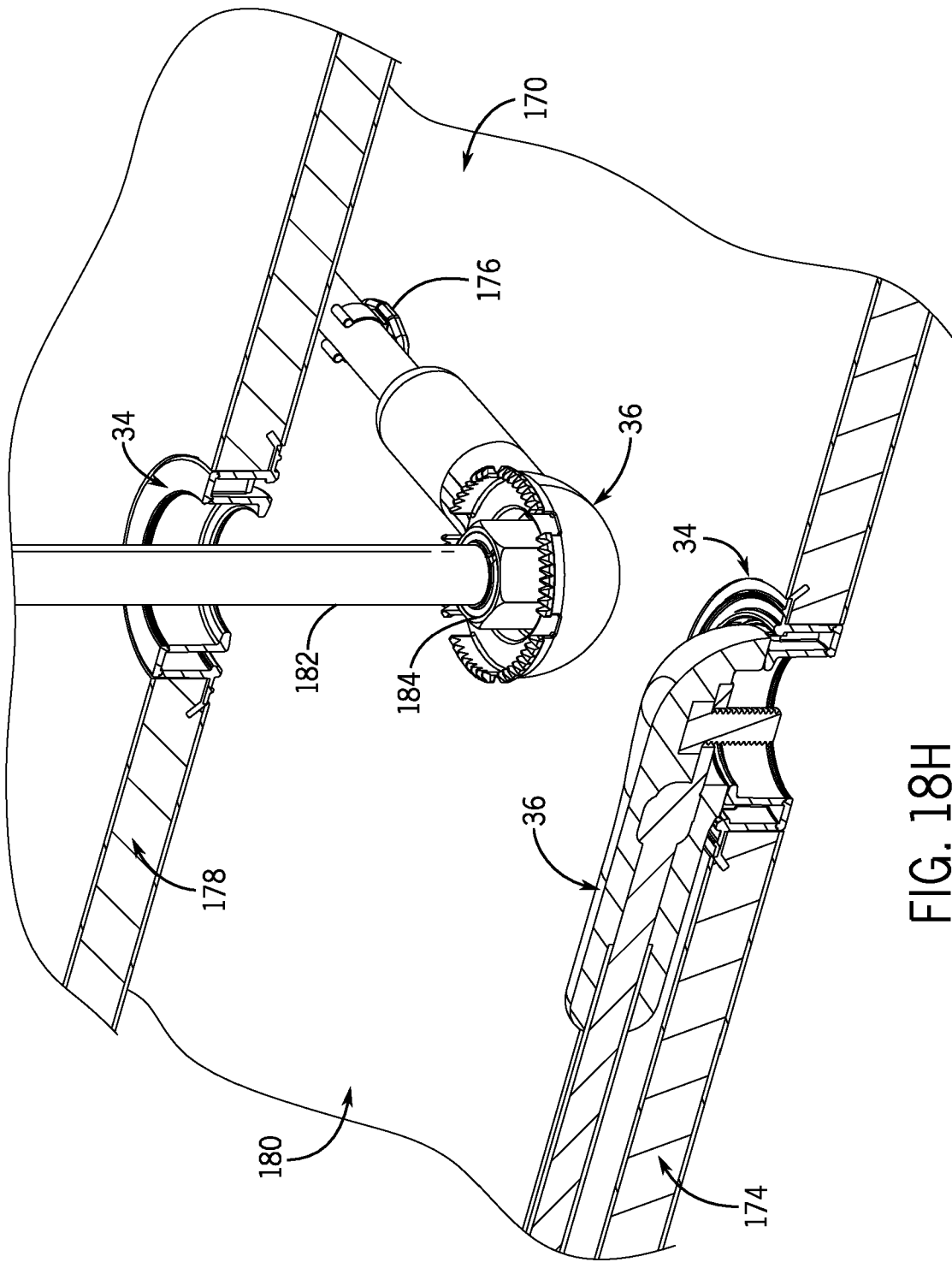


FIG. 18H

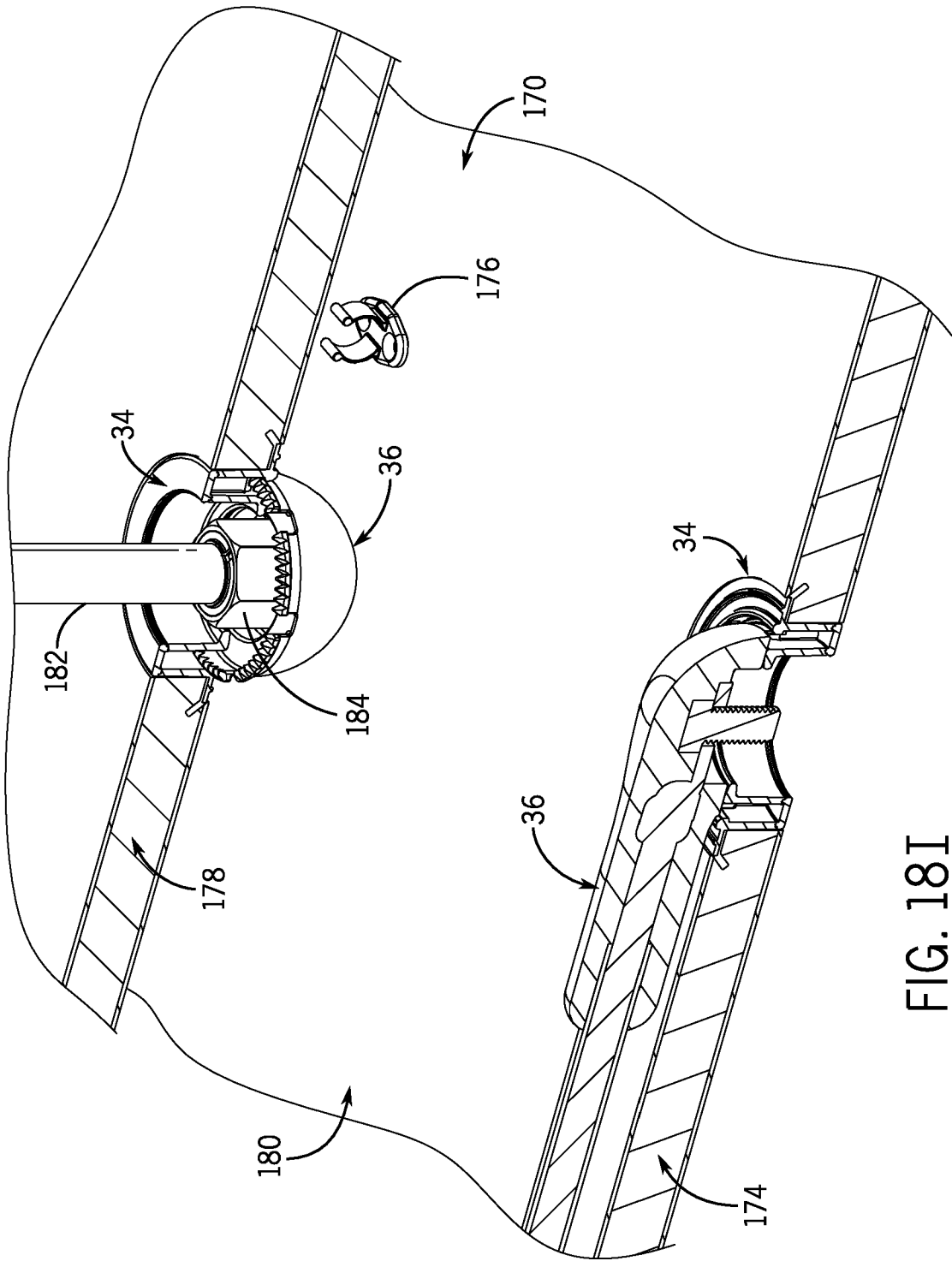


FIG. 18I

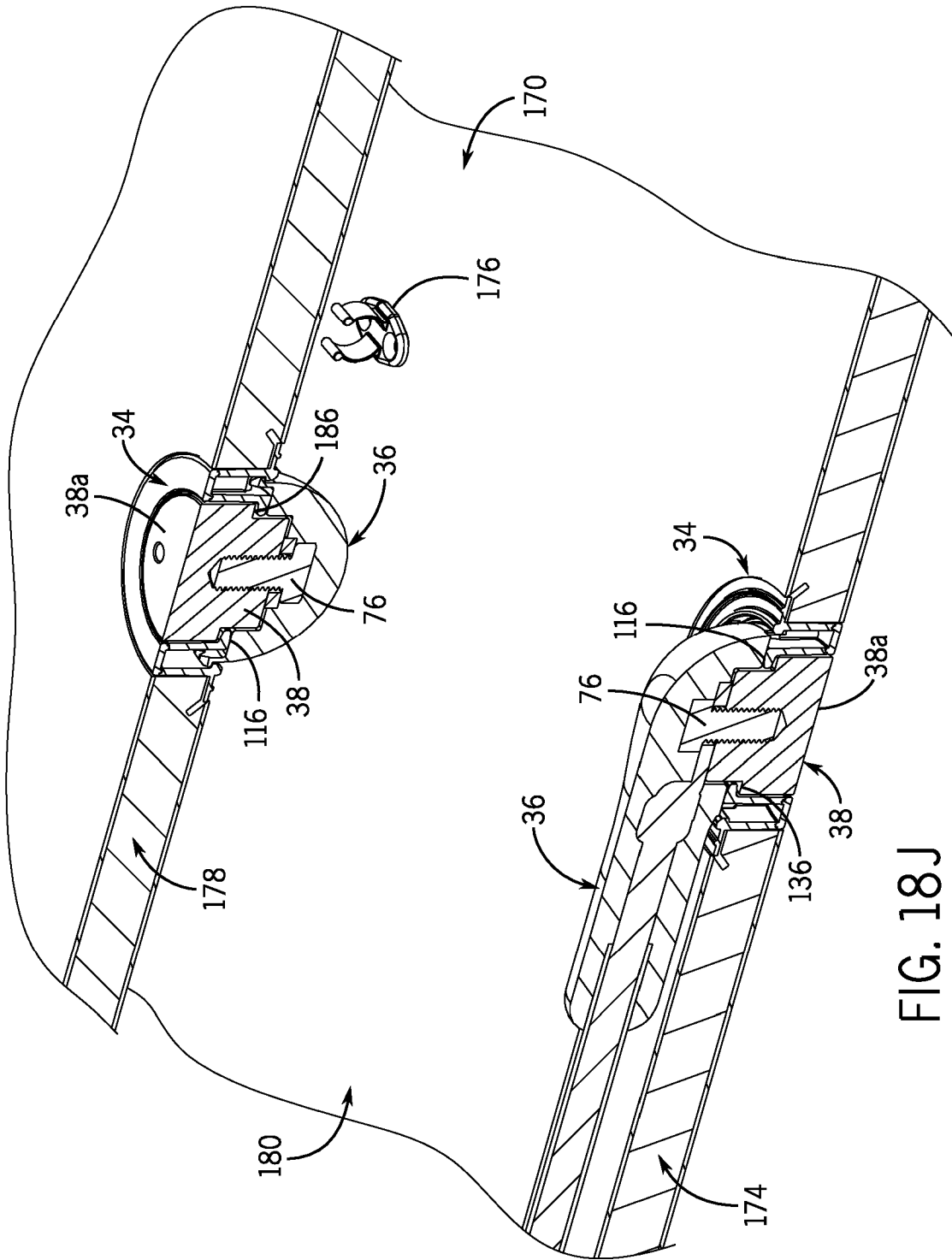


FIG. 18J

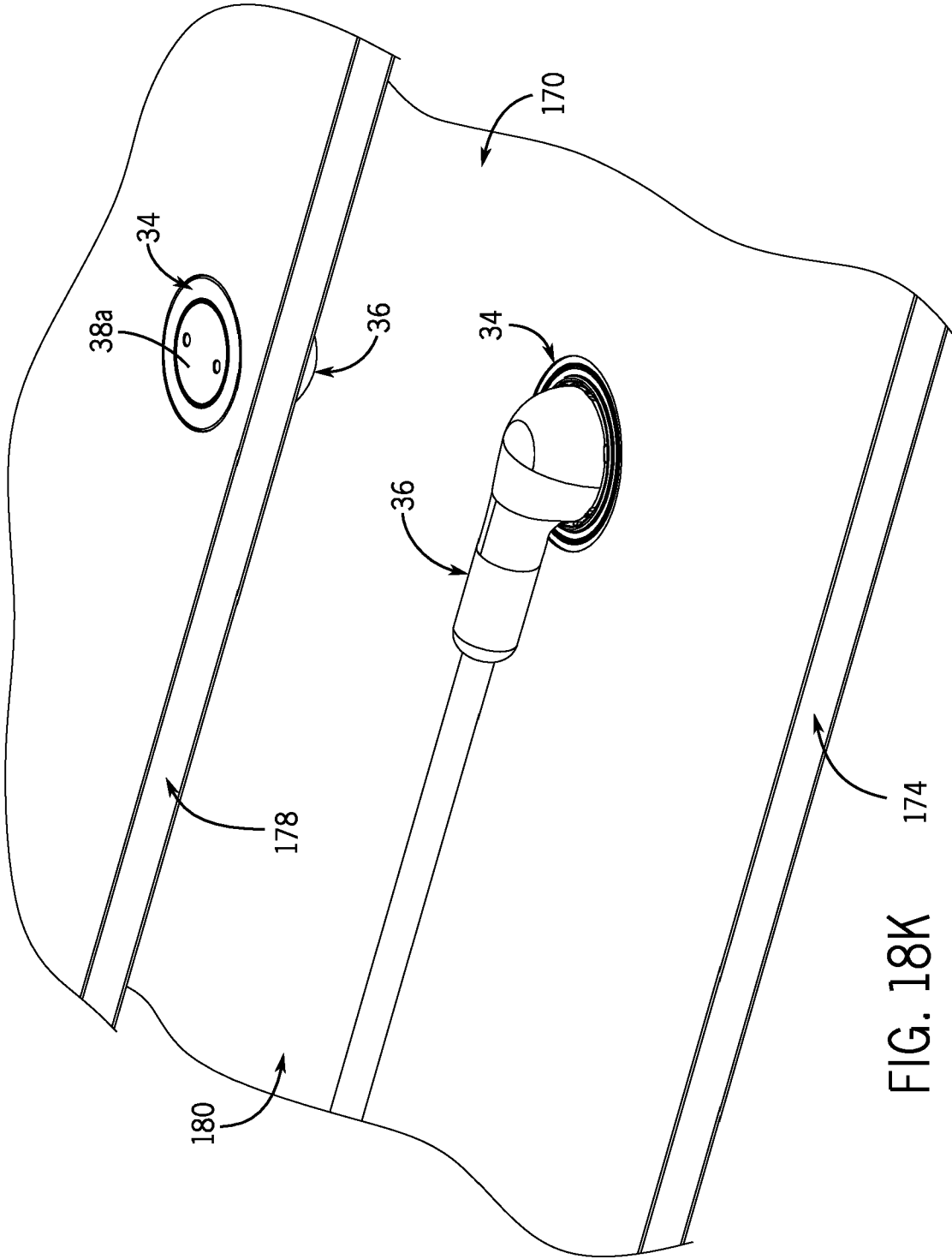


FIG. 18K