

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 428**

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 17154491 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 3244061**

54 Título: **Método y sistema 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:

28.05.2019

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 2 714 428 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

Método y sistema de protección contra rayos para palas de turbina eólica

Antecedentes

5 Las turbinas eólicas y otras estructuras pueden verse sometidas a impactos de rayos, que posiblemente pueden dañar las propias estructuras, dañar componentes electrónicos u otros soportados por las estructuras o dar como resultado otros efectos perjudiciales. Por consiguiente, puede ser útil proporcionar a turbinas eólicas y otras estructuras sistemas de protección contra rayos con el fin de dirigir de manera apropiada la corriente eléctrica procedente de impactos de rayos a la 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 este caso, de manera general, "palas") frente a impactos de rayos. Un primer enfoque convencional usa receptores de punta, que están configurados generalmente como conductores cilíndricos que sobresalen a través de las aletas distales de palas respectivas, o como tapas de extremo que coinciden generalmente con los perfiles de pala relevantes. Generalmente, un receptor de punta se conecta a un conductor de bajada, o electrodo de conexión a tierra, que se extiende 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 estar ubicado dentro de la cavidad de pala alejado cierta distancia de la punta de pala y puede proporcionar un empalme de unión electromecánica para el receptor de punta y el conductor de bajada.

20 Un segundo enfoque convencional usa discos de receptores de superficie conductora, cada uno con una cara expuesta respectiva y un cuerpo de receptor. Un cuerpo de receptor se rebaja generalmente al interior de la pared de pala relevante y algunas veces 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 receptores cerca del borde de salida de una pala. En algunas instalaciones, pueden disponerse varios discos de receptores en diversos puntos a lo largo de la longitud de la pala, dependiendo el número de discos de receptores de la longitud de la pala. En algunas instalaciones, pueden disponerse conjuntos de discos de receptores 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 están generalmente configuradas como capas conductoras que se extienden sobre 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 sobre la superficie exterior de una pala o justo por debajo de un recubrimiento de superficie de la pala.

35 La publicación de patente de la WIPO n.º 2014/200333A1 enseña 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 en el primer elemento de montaje y en un receptor de rayos. Se dispone material de núcleo sobre la capa de superficie exterior, dejando espacio para otros componentes, incluyendo el primer elemento de montaje. Después se dispone una capa de superficie interna con un orificio sobre el material de núcleo.

40 La publicación de patente estadounidense n.º 2012/0020791A1 enseña un conjunto de receptor para 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 con un recubrimiento eléctricamente conductor intercalado entre medios dieléctricos de manera relativamente alta para aislar eléctricamente y blindar partes internas del conjunto de receptor.

Sumario

45 Según la presente divulgación, se proporciona un método de instalación de un sistema de protección contra rayos en una pala de turbina eólica según la reivindicación 1, y un sistema de protección contra rayos para una pala de turbina eólica según la reivindicación 8. En las reivindicaciones dependientes se exponen características opcionales del método y el sistema.

50 Algunas realizaciones de la invención proporcionan un sistema de protección contra rayos para una pala de turbina eólica con una pared de pala y una cavidad de pala. Un receptáculo puede estar configurado para extenderse al menos parcialmente a través de la pared de pala, y puede incluir un cuerpo de receptáculo y una pluralidad de primeros dientes. Un enchufe de receptor puede estar configurado para fijarse al receptáculo estando el enchufe de receptor dispuesto al menos parcialmente dentro de la cavidad de pala, y puede incluir un cuerpo de enchufe, un conductor de enchufe al menos parcialmente encerrado por el cuerpo de enchufe, y una pluralidad de segundos dientes. La pluralidad de primeros dientes puede engancharse con la pluralidad de segundos dientes, cuando el enchufe de receptor está fijado al receptáculo, para resistir la rotación del enchufe de receptor con respecto al receptáculo.

5 Algunas realizaciones de la invención también proporcionan un sistema de protección contra rayos para una pala de turbina eólica con una pared de pala y una cavidad de pala. Un receptáculo puede estar configurado para extenderse al menos parcialmente a través de la pared de pala, y puede incluir un cuerpo de receptáculo no conductor con un agujero y un primer reborde de retención. Un enchufe de receptor puede incluir un cuerpo de enchufe no conductor, un conductor de enchufe al menos parcialmente encerrado por el cuerpo de enchufe no conductor y un segundo reborde de retención. Un elemento de receptor puede estar configurado para conectarse al enchufe de receptor para transmitir corriente procedente de impactos de rayos al conductor de enchufe. El segundo reborde de retención puede engancharse con el primer reborde de retención para fijar el enchufe de receptor al receptáculo, estando 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 está fijado al receptáculo, por medio del agujero en el cuerpo de receptáculo no conductor.

15 Algunas realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada proporcionan 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 montaje de receptor de punta puede incluir un cuerpo 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 montaje de receptor, y puede incluir un entramado no conductor respectivo. El conductor puede estar incluido al menos parcialmente en el cuerpo de montaje de receptor. El conector conductor puede extenderse al menos parcialmente fuera del cuerpo de montaje de receptor. El receptor de punta puede fijarse al montaje de receptor de punta con el conector conductor. Las alas de unión pueden fijarse a la pala de turbina eólica con un material de unión que rellena al menos parcialmente los entramados no conductores.

25 Algunas realizaciones de la invención proporcionan 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. La pared inferior del receptáculo puede colocarse en el molde. La pared de pala puede formarse en el molde de modo que la pared de pala se forma alrededor de, e incluye al menos parcialmente, el receptáculo. Al menos parte de la pared inferior del receptáculo puede retirarse para proporcionar un agujero a través de la pared de pala por medio del receptáculo. El enchufe de receptor puede fijarse al receptáculo, con el enchufe de receptor en un lado interior de la pared de pala. Tras retirarse la al menos parte de la pared inferior, el elemento de receptor puede fijarse al enchufe de receptor por medio del agujero.

30 Algunas realizaciones de la invención 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 fija 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 un primer agujero a través de la primera pared de pala por medio del primer receptáculo. El primer enchufe de receptor puede fijarse al primer receptáculo con el primer enchufe de receptor en un lado interior de la primera pared de pala. El segundo enchufe de receptor puede fijarse temporalmente al lado interior de la primera pared de pala.

45 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 un segundo agujero a través de la segunda pared de pala por medio del segundo receptáculo.

50 Tras retirar la al menos parte de la primera pared inferior, el primer elemento de receptor puede fijarse al primer enchufe de receptor por medio del primer agujero. Tras retirar la al menos parte de la segunda pared inferior, puede accederse al segundo enchufe de receptor por medio del segundo agujero para retirar el segundo enchufe de receptor de la primera pared de pala y fijar el segundo enchufe de receptor al segundo receptáculo. El segundo elemento de receptor puede fijarse al segundo enchufe de receptor por medio del segundo agujero.

Breve descripción de los dibujos

55 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;

- 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 receptores laterales y un montaje de receptor de punta;
- 5 las figuras 3A a 3D son vistas en planta desde abajo, alzado lateral, planta desde arriba y alzado frontal, respectivamente, de un enchufe de receptor lateral para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1;
- 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;
- 10 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;
- las figuras 6A a 6C son vistas en planta desde abajo, alzado lateral y planta desde arriba, respectivamente, de un receptáculo para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1;
- 15 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, con una lengüeta desprendible del receptáculo que se ha retirado;
- 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;
- 20 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;
- las figuras 12A a 12C son vistas en alzado lateral, planta desde arriba y alzado frontal, respectivamente, de un montaje de receptor de punta para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1;
- 25 la figura 13 es una vista en perspectiva desde arriba, izquierda, frontal del montaje de receptor de punta de las figuras 12A a 12C;
- la figura 14 es una vista en perspectiva desde arriba, izquierda, frontal, en sección parcial del montaje de receptor de punta de las figuras 12A a 12C;
- la figura 15A es una vista en perspectiva desde abajo, trasera, izquierda de un receptor de punta para una pala de turbina eólica;
- 30 la figura 15B es una vista en perspectiva en sección desde abajo, trasera, izquierda del receptor de punta de la figura 15A, tomada a lo largo del plano A-A de la figura 15A;
- la figura 16A es una vista en perspectiva desde arriba, izquierda, frontal del montaje de receptor de punta de las figuras 12A a 14 fijado al receptor de punta de las figuras 15A y 15B;
- 35 la figura 16B es una vista en perspectiva desde arriba, izquierda, frontal, en sección parcial del montaje de receptor de punta y receptor de punta de la figura 16A;
- la figura 17 es una vista en perspectiva desde arriba, izquierda, trasera de otro montaje de receptor de punta para su uso con el sistema de protección contra rayos de la figura 1; y
- las figuras 18A a 18K ilustran un método de instalación para partes del sistema de protección contra rayos de la figura 1.

40 **Descripción detallada**

- Antes de explicar en detalle cualquier realización de la invención, debe entenderse que la aplicación de la invención no se limita a los detalles de construcción y la disposición de componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los siguientes dibujos. La invención puede implementarse en otras realizaciones y ponerse en práctica o llevarse a cabo de diversas maneras. Además, debe entenderse que las frases y terminología usadas en el presente documento son con fines de descripción y no deben considerarse como limitativas. Se pretende que el uso de “que incluye”, “que comprende” o “que tiene” y variaciones de los mismos en el presente documento abarque los elementos indicados después de los mismos y equivalentes de los mismos así como elementos adicionales.
- 45

A menos que se especifique o se 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 se limite de otro modo, los términos “montado”, “conectado”, “soportado” y “acoplado” y variaciones de los mismos se usan de manera amplia y abarcan montajes, conexiones, soportes y acoplamientos tanto directos como indirectos. Además, a menos que se especifique o se limite de otro modo, “conectado” y “acoplado” no están limitados a conexiones o acoplamientos físicos o mecánicos. Por ejemplo, en algunos casos, elementos “conectados” pueden estar eléctricamente conectados, incluyendo a través de contacto directo o a través de un medio u objeto intermedio.

La siguiente discusión se presenta para permitir a un experto en la técnica realizar y usar realizaciones de la invención. Diversas modificaciones de las realizaciones ilustradas resultarán evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones y aplicaciones sin alejarse de realizaciones de la invención. Por tanto, no se pretende que realizaciones de la invención se limiten a las realizaciones mostradas, sino que se les debe acordar el mayor alcance compatible con los principios y las características dados a conocer en el presente documento. La siguiente descripción detallada debe leerse con referencia a las figuras, en las que elementos iguales en diferentes figuras tienen los mismos números de referencia. Las figuras, que no están necesariamente a escala, representan realizaciones seleccionadas y no se pretende que limiten el alcance de realizaciones de la invención. Los expertos en la técnica reconocerán que los ejemplos proporcionados en el presente documento tienen muchas alternativas útiles y se encuentran dentro del alcance de realizaciones de la invención.

Algunas figuras pueden incluir múltiples casos de estructuras o relaciones estructurales similares. Por conveniencia de presentación, en figuras seleccionadas, puede que sólo algunas de estas estructuras o relaciones similares se marquen 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.

En la discusión de determinadas figuras, pueden usarse referencias direccionales tales como arriba, abajo, superior, inferior, izquierda, derecha y así sucesivamente. A menos que se especifique lo contrario, estas referencias se proporcionan sólo por conveniencia, y únicamente con respecto a la(s) figura(s) y realización/realizaciones particular(es) comentada(s).

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 este caso, de manera general, “palas”), realizaciones de la invención pueden reducir la dificultad de instalación en comparación con sistemas de protección contra rayos convencionales, así como la necesidad de trabajo significativo de procesamiento posterior después de haberse cerrado las palas. Por ejemplo, en un procedimiento de instalación convencional para sistemas de LP convencionales, se construye un bloque de receptor (por ejemplo, pieza maciza de metal) en el interior de una cavidad de pala. Una vez cerrada la pala, el bloque de receptor debe localizarse y después perforarse y realizar una toma de modo que puede fijarse un disco de receptor (u otro elemento de receptor) a la pieza de metal. Este procedimiento puede ser relativamente difícil y requerir mucho tiempo. En otro procedimiento de instalación convencional para sistemas de LP convencionales, debe cortarse un orificio en una pared de pala una vez cerrada la pala. Una vez cortado el orificio, se realiza una conexión conductora a través del orificio cortado, y después se tapa con parche el orificio para volver a acabar la pala. De nuevo, este procedimiento puede ser relativamente difícil y requerir mucho tiempo.

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

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

Algunas realizaciones de la invención pueden proporcionar un método de instalación para sistemas de LP que mejora los métodos de instalación convencionales. Por ejemplo, pueden moldearse múltiples receptáculos (por ejemplo, receptáculos tal como se describió de manera general anteriormente) en paredes de pala para ambos lados

de una pala. Pueden instalarse varios enchufes con conductores en receptáculos en un primer lado de la pala, y pueden unirse temporalmente enchufes adicionales al interior del primer lado de la pala usando adhesivos, abrazaderas u otros mecanismos. Después puede cerrarse la pala uniéndose las paredes de pala entre sí. Una vez cerrada la pala, los enchufes que están unidos al interior del primer lado de la pala con el adhesivo, abrazaderas u otros mecanismos, pueden localizarse visualmente a través de agujeros en receptáculos en el segundo lado de la pala. Después puede extenderse una herramienta relativamente sencilla a través de los agujeros para agarrar esos enchufes, retirarlos de la unión temporal en el primer lado de la pala, y unirlos 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, por medio del enchufe, a nivel con la superficie exterior de la pala.

10 En la siguiente discusión, diversos ejemplos comentan sistemas de LP según la invención en el contexto de palas de turbina eólica convencionales. Se entenderá que esta discusión se presenta únicamente a modo de ejemplo, y que la invención dada a conocer también puede usarse de manera beneficiosa en otros entornos.

15 La figura 1 ilustra un sistema de LP 20 según una realización de la invención. En la realización ilustrada, el sistema de LP 20 está instalado 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 después unirse entre sí para dar la pala 22. Generalmente, el sistema de LP 20 incluye varios receptores para impactos de rayos, que están conectados 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 de metal 30. El receptor de punta 30 está conformado generalmente para corresponder con el perfil de la pala local 22 y proporciona una superficie de receptor conductora en el exterior de la pala 22 para recibir impactos de rayos. El receptor de punta 30 está fijado a un montaje de receptor de punta 32, que está conectado mediante uno de los conductores 24 al conductor de bajada 28.

20 Además del receptor de punta 30, el sistema de LP 20 también incluye una pluralidad de receptores laterales, que incluyen cada uno un receptáculo 34 respectivo montado en la pared relevante de la pala 22, un enchufe de receptor lateral 36 fijado al receptáculo 34 y un disco de receptor lateral 38 fijado 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 unión del enchufe de receptor lateral relevante 36 al disco de receptor lateral relevante 38). Generalmente, los pares de los enchufes de receptores laterales 36 y los receptáculos 34 sujetan el disco de receptor lateral respectivo 38 con una superficie de receptor 38a del disco de receptor lateral 38 orientada hacia fuera de, y a nivel (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 receptores laterales 36 para conectar los receptores laterales al conductor de bajada 28.

25 La figura 1 también ilustra varias abrazaderas 40 fijadas 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.

30 Se entenderá que la configuración ilustrada en la figura 1 se presenta únicamente como ejemplo, y que otras realizaciones del sistema de LP dado a conocer pueden incluir otros números o disposiciones de enchufes de receptores laterales, receptores de punta, cables, empalmes y otros componentes. En general, la figura 2 ilustra una configuración de "empalme en W" que puede usarse en el sistema de LP 20 o en diversos otros sistemas de LP. En la realización ilustrada, la configuración de empalme en W puede incluir dos de los receptores laterales (cada uno con uno respectivo de los enchufes de receptores laterales 36) y uno de los montajes de receptor de punta 32 unidos 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 al conductor 28 (u otros componentes) a unir mecánicamente y transferir corriente eléctrica a otras partes del sistema.

35 En la realización ilustrada en la figura 2, uno de los enchufes de receptores laterales 36 está dispuesto para fijarse a un lado de una pala y otro de los enchufes de receptores laterales 36 está dispuesto para fijarse 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).

40 En otras realizaciones, son posibles otras configuraciones. Por ejemplo, para algunos montajes, 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 empalme en Y individual para cada ramificación de receptor lateral (por ejemplo, una conexión de empalme en Y para cada par de receptores laterales), como alternativa (o además de) a la configuración de empalme en W ilustrada en la figura 2.

45 Las figuras 3A a 5A ilustran diversos aspectos de uno de los enchufes de receptores laterales 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 generalmente semiesférica 62 y una porción de cuello generalmente cilíndrica 64. El cuerpo sobremoldeado 60 está formado generalmente a partir de un material no conductor (por ejemplo, plástico) con el fin de disuadir el acoplamiento de rayo a elementos conductores internos a la pala 22, y para actuar generalmente como 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 generalmente separadas unas de otras 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 más pequeños en cuanto al alcance circunferencial que las lengüetas de retención 68. Además, los huecos 70 y las lengüetas de retención 68, respectivamente, tienen un alcance circunferencial generalmente similar entre sí. Sin embargo, se entenderá que son posibles otras configuraciones. Por ejemplo, puede usarse una única lengüeta de retención (no mostrada) de alcance circunferencial parcial o completo en lugar (o además) de las lengüetas de retención 68.

Para ayudar a fijar 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 radialmente hacia fuera. Además, una pluralidad de dientes 74 se extiende desde extremos libres de la lengüeta de retención respectiva 68 alejándose del extremo abierto 66. Tal como se ilustra, los dientes 74 están configurados como dientes generalmente triangulares con extremos en punta, dispuestos colectivamente en una única matriz circunferencial. En otras realizaciones, son posibles otras configuraciones. Por ejemplo, los dientes para un enchufe de receptor pueden incluir alternativa (o adicionalmente) dientes redondeados, dientes cuadrados, dientes dispuestos en un conjunto de matrices circunferenciales (por ejemplo, cada uno a una distancia radial diferente desde un eje de referencia) y así sucesivamente.

Para proporcionar una trayectoria conductora a través del enchufe de receptor lateral 36, un conector, tal como un perno 76, está asentado dentro de (por ejemplo, moldeado en el interior de) la porción de carcasa 62 y está en contacto con una placa de carcasa 78 también asentada 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 mediante un reborde en el extremo abierto 66 de la porción de carcasa 62. La placa de carcasa 78 está en contacto 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 fijar uno de los discos de receptores laterales 38 (no mostrados en las figuras 3A a 5A) al enchufe de receptor lateral 36. Por consiguiente, la corriente eléctrica (por ejemplo, debida a un impacto de rayo en el disco de receptor lateral 38) que entra en el enchufe de receptor lateral 36 por medio del contacto entre el disco de receptor lateral relevante 38 y la placa de carcasa 78 (o de otro modo) puede transmitirse a través y fuera del enchufe de receptor lateral 36 por medio de la placa de carcasa 78, la conexión de soldadura exotérmica 82 (o la orejeta de compresión 88) y el cable 80.

Se entenderá que otras configuraciones son posibles para fijar los discos de receptores laterales 38 a los enchufes de receptores laterales 36. Por ejemplo, en vez de un perno roscado tal como el perno 76, los discos de receptores laterales 38 pueden incluir otros tipos de dispositivos de unión, tales como tuercas cerradas/de caperuza, tuercas de presión ciegas, tuercas de soldadura ciegas y así sucesivamente. De manera similar, los discos de receptores laterales 38 pueden incluir dispositivos de unión distintos de orificios con toma. Por ejemplo, otros discos de receptores laterales pueden estar configurados con características de perno roscado solidario (no mostrado), que puede engancharse con un orificio con toma correspondiente en un enchufe de receptor lateral correspondiente (no mostrado).

En la realización ilustrada en la figura 5A, el cable 80 está configurado como un cable de cobre que puede fijarse a la placa de carcasa por medio de una conexión de soldadura exotérmica 82. Esto puede ser útil, por ejemplo, porque las conexiones exotérmicas presentan generalmente baja resistencia, no se sueltan o corroen a lo largo del tiempo y muestran un perfil generalmente menor que orejetas de cables con pernos comparables y conexiones engarzadas. Sin embargo, en otras realizaciones, son posibles otras configuraciones para conexiones conductoras. Por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 5B, uno o más de los enchufes de receptores laterales 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.

Las figuras 6A a 8 ilustran diversos aspectos de uno de los receptáculos 34 de la figura 1, que está configurado generalmente para unirse 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 incluye generalmente un cuerpo cilíndrico 100, con una brida perimetral exterior 102. La brida perimetral 102 se extiende alrededor del extremo superior del receptáculo 34 e incluye un labio 104 que está inclinado generalmente hacia fuera desde una perspectiva moviéndose hacia abajo desde la parte superior del receptáculo (es decir, moviéndose de derecha a izquierda en la figura 6B). En la realización ilustrada, la brida 102 también está conectada al cuerpo cilíndrico 100 con diversas cartelas planas 108. Como el enchufe de receptor lateral 36, el receptáculo 34 está formado generalmente a partir de un material no conductor (por ejemplo, plástico) con el fin de disuadir el acoplamiento de rayo a elementos conductores internos a la pala 22 y para actuar generalmente como aislante para corriente eléctrica que se mueve a través del sistema de LP 20.

La parte superior del receptáculo 34 incluye un agujero central 106 dividido por una pared cilíndrica 110 en un rebaje cilíndrico interno 112 y un rebaje anular externo 114. Una brida cilíndrica 116 se extiende radialmente hacia dentro desde la pared cilíndrica 110 al interior del rebaje cilíndrico 112. Una serie de rebordes de retención 118 se

5 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). Conjuntos de dientes 120 con geometría generalmente complementaria a 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 axialmente separadas (es decir, hacia la página en la figura 6C) de los rebordes de retención 118.

10 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 del agujero central 106, pero también incluye una lengüeta desprendible 124. Generalmente, una lengüeta desprendible puede estar configurada para retirarse 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 un agujero 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 su retirada manual, con una característica de agarre 126 y con un perfil desprendible de grosor reducido 128 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 (por ejemplo, con una herramienta) y tirar de manera generalmente axial con respecto al receptáculo 34. Esto puede dar como resultado relativamente que el material del receptáculo 34 se desprenda del resto de la placa inferior 122 a lo largo del perfil de desprendimiento 128, permitiendo así 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 el agujero central 106 se extienda axialmente a través de todo el cuerpo del receptáculo 34, por medio de un orificio generalmente circular 130 que se extiende desde el rebaje cilíndrico 112 a través de la placa inferior 122 del receptáculo 34.

15 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 muestran una altura algo menor y una altura algo mayor, respectivamente, que el receptáculo 34.

20 Las figuras 11A y 11C ilustran aspectos del disco de receptor lateral 38, que puede estar generalmente configurado para su unión al enchufe de receptor lateral 36. Generalmente, el disco de receptor lateral 38 incluye la superficie de receptor 38a en un extremo axial del disco de receptor lateral 38, y una perforación con toma 132 en un extremo axial opuesto del disco de receptor lateral 38. Un cuerpo 134 del disco de receptor lateral 38 puede estar generalmente formado a partir de un material conductor (por ejemplo, aluminio) e incluye un reborde 136, de modo que el cuerpo 134 muestra un alcance radial generalmente mayor cerca de la superficie de receptor 38a que cerca de la perforación con toma 132.

25 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 es opuesto a la superficie de receptor 38a puede incluir un pilar roscado u otro mecanismo de unión, en lugar de la perforación con toma 132, para conectar el disco de receptor lateral 38 al enchufe de receptor lateral 36. En algunas realizaciones, un receptor lateral puede estar configurado con geometría no cilíndrica (u otra).

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

35 La porción de conexión 142 del cuerpo sobremoldeado 140 rodea parte de una placa de conexión conductora 146 (véase, en particular, la figura 13), extendiéndose diversas (por ejemplo, tres) orejetas 148 de la placa de conexión 146 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 corriente eléctrica que entra en el montaje de receptor de punta 32 por medio de 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 y fuera del montaje de receptor de punta 32 por medio del cable 150.

40 El cuerpo sobremoldeado 140 del montaje de receptor de punta 32 puede incluir diversas características para ayudar en la manipulación del montaje de receptor de punta 32 y fijar el montaje de receptor de punta 32 en su sitio con respecto a una pala. Por ejemplo, en la realización ilustrada en las figuras 11A a 13, la porción de cuello 144 incluye una serie de crestas circunferenciales parciales 154 que pueden proporcionar una superficie de agarre relativamente segura para que un operario manipule el cuerpo 140, y también pueden ayudar a enganchar la porción de cuello 144 con material de unión para anclar el montaje de receptor de punta 32 dentro de una pala. En algunas realizaciones, la cresta 154 puede extenderse completamente alrededor de la circunferencia de la porción de cuello

144, o puede mostrar diversas otras configuraciones, tales como un perfil de dientes de sierra que se extiende de manera generalmente circunferencial alrededor de la porción de cuello 144, o un perfil recto (u otro) que se extiende de manera generalmente axial a lo largo de la porción de cuello 144.

5 Generalmente, el montaje de receptor de punta 32 también puede incluir alas de unión con entramados no conductores, para ayudar a fijar el 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 156 con entramado, no conductoras, se ensanchan generalmente hacia fuera desde la porción de conexión 142 del montaje de receptor de punta, desde una perspectiva moviéndose 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 agujeros de entramado generalmente triangulares o trapezoidales 156a separados por nervaduras de entramado 156b. En otras realizaciones, son posibles otras configuraciones. Cuando se usa pasta de unión epoxídica, resina u otro material de unión similar para fijar el montaje de receptor de punta 32 dentro de una pala, el material de unión puede rellenar los agujeros de entramado 156a en las alas de unión 156 antes de curarse, y ayudar así a bloquear mecánicamente el montaje de receptor de punta 32 en la estructura de pala relevante. Esto puede ser útil, por ejemplo, para ayudar a prevenir que puntas de metal sólidas (por ejemplo, el receptor de punta 30) se lancen desde palas en rotación en casos en los que un conductor de bajada se fractura cerca de la punta de una pala.

20 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 unión) del montaje de receptor de punta 32. En la realización ilustrada, el receptor de punta 30 incluye un conjunto de tres aberturas rectangulares 160 con extremos ciegos redondeados correspondientes a la geometría de las tres orejetas 148 del montaje de receptor de punta 32. El receptor de punta 30 incluye además tres aberturas con toma ciegas 162 que se extienden en perpendicular a través del receptor de punta 30 para intersecarse con las aberturas rectangulares 160. En la realización ilustrada, dos de las aberturas 162 se extienden desde un lado del receptor de punta 30 y una de las aberturas 162 se extiende desde el lado opuesto del receptor de punta 30. En otras realizaciones, son posibles otras configuraciones, incluyendo configuraciones con diferentes números de aberturas.

30 Durante la instalación como parte del sistema de LP 20, el montaje de receptor de punta 32 puede fijarse 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 montaje de receptor de punta 32 ilustrado pueden insertarse en las aberturas rectangulares 160 y fijarse en las mismas usando pernos 158 que se extienden a través de las aberturas con toma 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 desplazarse al interior del montaje de receptor de punta 32 por medio de las orejetas 148, antes de pasar al interior del cable 150 y continuar hasta la tierra.

35 En la realización ilustrada en las figuras 16A y 16B, tres de los pernos 158 se usan para fijar 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 un sentido opuesto a 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 aberturas correspondientes. En alguna realización, las orejetas pueden incluir orificios con toma, para recibir pernos que se extienden a través de aberturas correspondientes en el receptor de punta.

40 De manera útil, debido a la naturaleza configurable implementada en el montaje de receptor de punta 32 y el receptor de punta 30, un receptor de punta particular (y montaje de receptor de punta correspondiente) según la invención puede personalizarse para adaptarse a un diseño de pala o punta de pala particular, según se necesite. Tal como se ilustra en la figura 17, por ejemplo, un montaje de receptor de punta 32a puede estar configurado con un perfil exterior de manera generalmente similar al montaje de receptor de punta 32 ilustrado en las figuras 12A a 14. Sin embargo, a diferencia del montaje de receptor de punta 32, el montaje de receptor de punta 32a sólo incluye dos orejetas 148a, tal como puede corresponder a un receptor de punta (no mostrado) con tan 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 montaje de receptor de punta, al igual que aspectos de diversas otras características.

55 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, con respecto a esto, pueden moldearse diversos receptáculos en dos paredes de pala independientes, después 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 (por medio de los receptáculos). Entonces puede fijarse un primer conjunto de enchufes de receptores a los receptáculos en una primera de las paredes de pala y puede fijarse temporalmente un segundo conjunto de enchufes de receptores a la primera pared de pala. Las paredes de pala pueden unirse entre sí, de modo que los enchufes de receptores (incluyendo los fijados a receptáculos y los fijados temporalmente a la pared de pala) están dispuestos dentro del interior de la pala. Entonces puede extenderse una herramienta 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 receptores fijados temporalmente y mover ese enchufe de receptor para engancharse con el receptáculo relevante. Finalmente, pueden fijarse elementos de receptores (por ejemplo, discos de receptores) a los diversos enchufes de receptores por medio de los agujeros en los receptáculos.

5 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 receptores laterales 36 y los discos de receptores laterales 38.

10 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, después puede construirse una pared de pala inferior 174 y hacerse pasar 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 abiertos en una superficie interior de la pared de pala 174.

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

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

25 En algunas realizaciones, el labio inclinado 104 puede estar configurado de manera diferente, al tiempo que todavía ayuda a anclar el receptáculo 34 en su sitio con respecto a la pared de pala 174. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el labio inclinado 104 puede estar configurado como una característica escalonada (por ejemplo, en 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.

30 Como todavía otro beneficio, una vez encapsuladas mediante resina durante el procedimiento de dispersión, las cartelas 108 alrededor del exterior del cuerpo cilíndrico 100 pueden proporcionar un bloqueo antirrotacional con respecto a la pared de pala 174. Además, dado que la placa inferior 122 puede asentarse directamente sobre el molde de pala 172, el receptáculo 34 puede alinearse automáticamente para soportar uno de los discos de receptores 38 (véase, por ejemplo, la figura 18J) con el disco de receptor 38 a una alineación angular y de profundidad apropiadas con respecto a la superficie exterior de la pared de pala 174.

35 En algunas realizaciones, los receptáculos 34 pueden estar configurados de otras maneras para resistir la rotación una vez moldeado el receptáculo 34 en el interior de la pared de pala 174. Por ejemplo, uno o más de los receptáculos 34 pueden incluir patrones o contornos externos de dientes de sierra u otros en el cuerpo cilíndrico relevante 100 (o en otra parte) para proporcionar un bloqueo antirrotacional con respecto a la pared de pala 174.

40 En la realización ilustrada en las figuras 18A-18H, la capa de resina de pared de pala 174 se forma directamente en el molde de pala 172 a medida que se hace pasar 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. Por consiguiente, en algunas realizaciones, 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 considerarse como que el receptáculo 34 se ha colocado (o asentado) "en" el molde de pala 172 para el procedimiento de formación.

45 Tal como se ilustra en la figura 18B y 18C, tras 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 un agujero sistemático, diseñado, en la pared de pala 174. Con respecto a esto, a pesar de la retirada de la lengüeta desprendible 124, las costuras soldadas de la placa inferior 122 pueden ayudar a impedir que entren agua y residuos en el interior de la pala 170 a través del receptáculo 34.

50 Tal como se ilustra en la figura 18D, una vez que se ha asentado apropiadamente el receptáculo 34 en la pared de pala 174, puede fijarse uno de los enchufes de receptores laterales 36 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 alineados con el agujero central 106 y el orificio circular 130 del receptáculo 34. Después puede aplicarse fuerza generalmente axial para ajustar 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 fijar 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 fuerza antirrotación al enchufe de receptor lateral 36 (con respecto al receptáculo 34). Con el enchufe de receptor lateral 36 instalado de este modo, el reborde 58 del enchufe de receptor lateral 36 puede asentarse contra (por ejemplo, directamente o por medio de una junta u otro elemento) la brida cilíndrica 116 del receptáculo 34 para ubicar de manera apropiada los rebordes de retención 72 y los dientes 74 con respecto a los rebordes de retención 118 y los dientes 120.

Debido a la disposición circunferencial de los conjuntos respectivos 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 fijarse 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 formando cualquiera de varios ángulos, según sea apropiado para el diseño particular del sistema de LP relevante.

Con el enchufe de receptor lateral 36 fijado al receptáculo 34, tal como se ilustra en la figura 18D, el enchufe de receptor lateral 36 puede cerrar generalmente el receptáculo 34 frente a la infiltración de agua y residuos en el interior de la pala 170. En algunas realizaciones, uno o más elementos de sellado tales como juntas, sobremoldeo, silicio, adhesivo y así sucesivamente (no mostrados) pueden disponerse entre el enchufe de receptor lateral 36 y el receptáculo 34 (por ejemplo, en la brida 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 completamente la pala 170, pueden fijarse enchufes de receptores laterales adicionales a la superficie interior de la pared de pala 174. Por ejemplo, puede fijarse una abrazadera 176 (véase la figura 18E) a la superficie interior de la pared de pala 174, y después puede fijarse un cable para otro de los enchufes de receptores laterales 36 a la abrazadera 176 (véase la figura 18F) orientándose el extremo abierto 66 del enchufe de receptor lateral 36 en sentido contrario a la pared de pala 174. En otras realizaciones, puede fijarse un enchufe de receptor lateral (u otro componente) a la pared de pala 174 de otras maneras (por ejemplo, con adhesivos).

Con un número apropiado de los enchufes de receptores laterales 36 fijados en receptáculos 34 correspondientes en la pared de pala 174, y con un número apropiado de los enchufes de receptores laterales 36 sujetos por abrazaderas (u 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 moldearse en el interior de la pared de pala 178 antes de instalarse 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(es) 36 que se ha(n) sujetado con abrazaderas (u adherido de otro modo) a la superficie interior de la pared de pala 174.

Una vez unidas las paredes de pala 174 y 178, puede insertarse una herramienta en los receptáculos 34 en la pared de pala 178, engancharse con los enchufes de receptores laterales 36 correspondientes que se sujetaron con abrazaderas (u se unieron temporalmente de otro modo) a la pared de pala 174, después usarse para levantar el enchufe de receptor lateral 36 para engancharse con el receptáculo 34. Tal como se ilustra en las figuras 18H y 18I, por ejemplo, puede insertarse un vástago 182 con una tuerca de enganche roscada 184 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 engancharse con el receptáculo 34 relevante, y después desenroscarse del perno 76. De esta manera, por ejemplo, los enchufes de receptores laterales 36 (y receptores laterales de manera general) 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 se han fijado los enchufes de receptores laterales 36 a los receptáculos 34 respectivos, pueden fijarse discos de receptores laterales 38 respectivos (u otros elementos de receptores) a los enchufes de receptores laterales 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 receptores laterales 36, pueden ayudar a soportar los discos de receptores laterales 38 con las superficies de receptor 38a respectivas en una alineación a nivel de manera apropiada con las superficies exteriores de las paredes de pala 174 y 178.

Durante la instalación y después de la misma, las bridas 116 en los enchufes de receptores laterales 36 pueden interactuar con los rebordes 136 en los discos de receptores 38 para ayudar a prevenir que los discos de receptores 38 pasen al interior de la pala 170 (por ejemplo, si uno de los enchufes de receptores laterales 36 se retira de manera involuntaria de su receptáculo 34 respectivo). Además, en el caso de que uno de los enchufes de

receptores laterales 36 no se asentara de manera apropiada en el receptáculo 34 respectivo cuando se instaló inicialmente, la brida 116 relevante puede apoyarse sobre 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 engancharlo de manera apropiada con el receptáculo 34.

5 Tal como se indicó anteriormente, el interenganche de los dientes 74 y 120 en los enchufes de receptores laterales 36 y los receptáculos 34 puede proporcionar fuerza antirrotacional, así como permitir una alineación angular relativa diferente de pares respectivos de los enchufes de receptores laterales 36 y los receptáculos 34. En algunas realizaciones, los dientes 74 y 120 pueden estar configurados para proporcionar suficiente fuerza antirrotacional como para permitir que se aplique un nivel predeterminado de par de torsión para fijar los discos de receptores 38 a los enchufes de receptores laterales 36 respectivos.

10 Se entenderá que la secuencia particular de etapas comentada anteriormente con respecto a las figuras 18A a 18J se presentan únicamente como 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 de lo ilustrado y comentado de manera expresa anteriormente.

15 Se entenderá además que el método de instalación general 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 receptores laterales, receptáculos y discos de receptores laterales, u otros componentes distintos de los ilustrados y comentados de manera expresa anteriormente.

20 Por tanto, realizaciones del sistema de LP y método de instalación dados a conocer pueden proporcionar diversos beneficios en comparación con los sistemas de LP y métodos de instalación convencionales. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sistema de LP dado a conocer puede permitir una configuración de punta y receptores laterales altamente personalizables para palas de turbina eólica, y puede permitir instalar con precisión discos de receptores laterales a ambos lados de una pala sin requerir cortar y después reparar las palas.

25 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 fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones sin alejarse del alcance de la invención. Por tanto, no se pretende que la invención se limite a las realizaciones mostradas en el presente documento sino que se le conceda el máximo alcance compatible con los principios y las características novedosas dadas a conocer en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Método de instalación de un sistema de protección contra rayos en una pala de turbina eólica (170) con una primera pared de pala (174) formada en un primer molde de pala, una segunda pared de pala (178) formada en un segundo molde de pala, y una cavidad de pala (180) formada cuando se fija la primera pared de pala a la segunda pared de pala, incluyendo el sistema de protección contra rayos un primer receptáculo (34) con una primera pared inferior (122), un segundo receptáculo (34) con una segunda pared inferior (122), un primer enchufe de receptor (36), un segundo enchufe de receptor (36), un primer elemento de receptor (38) y un segundo elemento de receptor (38), comprendiendo el método:
 - colocar la primera pared inferior (122) del primer receptáculo (34) en el primer molde de pala;
 - formar la primera pared de pala (174) en el primer molde de pala de modo que la primera pared de pala (174) se forma alrededor de, e incluye al menos parcialmente, el primer receptáculo (34);
 - retirar al menos parte de la primera pared inferior (122) del primer receptáculo (34) para proporcionar un primer agujero a través de la primera pared de pala (174) por medio del primer receptáculo (34);
 - fijar el primer enchufe de receptor (36) al primer receptáculo (34) con el primer enchufe de receptor (36) dispuesto al menos parcialmente en un lado interior de la primera pared de pala (174);
 - fijar temporalmente el segundo enchufe de receptor (36) al lado interior de la primera pared de pala (174);
 - colocar la segunda pared inferior (122) del segundo receptáculo (34) en el segundo molde de pala;
 - formar la segunda pared de pala (178) en el segundo molde de pala de modo que la segunda pared de pala (178) se forma alrededor de, e incluye al menos parcialmente, el segundo receptáculo (34);
 - unir la primera pared de pala (174) a la segunda pared de pala (178) para formar la cavidad de pala;
 - retirar al menos parte de la segunda pared inferior (122) del segundo receptáculo (34) para proporcionar un segundo agujero a través de la segunda pared de pala (178) por medio del segundo receptáculo (34);
 - tras retirar la al menos parte de la segunda pared inferior (122), acceder al segundo enchufe de receptor (36) por medio del segundo agujero para retirar el segundo enchufe de receptor (36) de la primera pared de pala (174) y fijar el segundo enchufe de receptor (36) al segundo receptáculo (34);
 - fijar el primer elemento de receptor (38) al primer enchufe de receptor (36) por medio del primer agujero; y
 - fijar el segundo elemento de receptor (38) al segundo enchufe de receptor (36) por medio del segundo agujero.
2. Método según la reivindicación 1, en el que la primera pared inferior (122) del primer receptáculo (34) incluye una lengüeta desprendible (124) configurada para retirarse manualmente para proporcionar el primer agujero.
3. Método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el primer receptáculo (34) incluye una brida interna (116) y el primer elemento de receptor (38) incluye un primer reborde (136), comprendiendo el método además:
 - como parte de fijar el primer elemento de receptor (38) al primer enchufe de receptor (36), asentar el primer reborde (136) del primer elemento de receptor (38) contra la brida interna (116) del primer receptáculo (34) para impulsar el primer enchufe de receptor (36) hacia el primer receptáculo (34).
4. Método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que el primer receptáculo (34) incluye una brida exterior (102) con un labio inclinado (104), comprendiendo el método además:
 - como parte de formar la primera pared de pala (174) en el primer molde de pala, formar la primera pared de pala (174) con el labio inclinado (104) dispuesto al menos parcialmente dentro de la primera pared de pala (174).
5. Método según la reivindicación 1 o cualquier reivindicación anterior, en el que, cuando el primer elemento de receptor (38) está fijado al primer enchufe de receptor (36), una superficie exterior (38a) del primer elemento de receptor (38) se dispone sustancialmente en paralelo con una superficie exterior (38a) de la primera pared de pala (174).
6. Método según la reivindicación 2 o según cualquiera de las reivindicaciones 3-5 cuando dependen de la reivindicación 2, en el que retirar al menos parte de la primera pared inferior (122) del primer receptáculo (34) incluye retirar manualmente la lengüeta desprendible (124) de un lado interno de la primera pared de pala (174).

7. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además:
 como parte de fijar el primer elemento de receptor (38) al primer enchufe de receptor (36), hacer rotar el primer elemento de receptor (38) para impulsar el primer enchufe de receptor (36) axialmente hacia el primer receptáculo (34).
- 5 8. Sistema de protección contra rayos 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:
 un receptáculo (34) configurado para extenderse al menos parcialmente a través de la pared de pala (22a, 174, 178), incluyendo el receptáculo (34) un cuerpo de receptáculo no conductor (100) con un agujero (106) y un primer reborde de retención (118) y una pluralidad de primeros dientes (120), estando el primer reborde de retención y la pluralidad de primeros dientes dispuestos al menos parcialmente dentro del agujero (106);
 un enchufe de receptor (36) que incluye un cuerpo de enchufe no conductor (60), un conductor de enchufe (76, 78, 82, 84) al menos parcialmente encerrado por el cuerpo de enchufe no conductor (60), y una lengüeta de retención que se extiende alejándose del cuerpo de enchufe no conductor (60) e incluye una pluralidad de segundos dientes (74) y un segundo reborde de retención (72); y
 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);
 enganchándose el segundo reborde de retención (72) con el primer reborde de retención (118) para fijar el enchufe de receptor (36) al receptáculo (34), extendiéndose la lengüeta de retención al menos parcialmente al interior del agujero (106) y estando el cuerpo de enchufe no conductor (60) dispuesto al menos parcialmente dentro de la cavidad de pala (180);
 enganchándose la pluralidad de primeros dientes (120) con la pluralidad de segundos dientes (74), cuando el enchufe de receptor (36) está fijado al receptáculo (34), para resistir la rotación del enchufe de receptor (36) con respecto al receptáculo (34); y
 conectándose el elemento de receptor (38) al enchufe de receptor (36), cuando el enchufe de receptor (36) está fijado al receptáculo (34), por medio del agujero en el cuerpo de receptáculo no conductor (100).
- 10 9. Sistema de protección contra rayos según la reivindicación 8, en el que el primer reborde de retención (118) forma parte de una pluralidad de primeros rebordes de retención diferenciados (118) dispuestos al menos parcialmente dentro del agujero (106) en el cuerpo de receptáculo no conductor (100);
 en el que la lengüeta de retención forma parte de una pluralidad de lengüetas de retención diferenciadas (68) que se extienden alejándose del cuerpo de enchufe no conductor (60);
 en el que el segundo reborde de retención (72) forma parte de una pluralidad de segundos rebordes de retención diferenciados (72) incluidos en la pluralidad de lengüetas de retención diferenciadas (68); y
 en el que la pluralidad de segundos rebordes de retención diferenciados (72) se enganchan con la pluralidad de primeros rebordes de retención diferenciados (118) con una conexión de ajuste a presión para fijar el enchufe de receptor (36) al receptáculo (34).
- 10 10. Sistema de protección contra rayos según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que una brida de soporte (116) está dispuesta dentro del agujero (106) en el cuerpo de receptáculo no conductor (100); y
 en el que un reborde (136) en el elemento de receptor (38) se apoya sobre la brida de soporte (116), cuando el elemento de receptor (38) está conectado al enchufe de receptor (36), para fijar adicionalmente el enchufe de receptor (36) al receptáculo (34).
- 11 11. Sistema de protección contra rayos según la reivindicación 8, la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que una pared inferior (122) del cuerpo de receptáculo no conductor (100) incluye una porción retirable (124); y
 en el que, cuando la porción retirable (124) de la pared inferior (122) del cuerpo de receptáculo no conductor (100) está retirada, el agujero (106) en el cuerpo de receptáculo no conductor (100) se extiende totalmente a través del cuerpo de receptáculo no conductor (100).
- 12 12. Sistema de protección contra rayos según la reivindicación 9 o según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11 cuando dependen de la reivindicación 9, en el que la pluralidad de segundos dientes (74) está incluida en cada lengüeta de retención de la pluralidad de lengüetas de retención diferenciadas (68).
- 13 13. Sistema de protección contra rayos según la reivindicación 8, o según cualquier reivindicación de sistema

anterior, en el que las pluralidades de primeros dientes (120) y segundos dientes (74) están dispuestas en matrices circunferenciales respectivas.

- 5 14. Sistema de protección contra rayos según la reivindicación 8, o según cualquier reivindicación de sistema de protección anterior, en el que el agujero (106) del receptáculo (34) incluye un rebaje anular (114), estando la pluralidad de primeros dientes (120) dispuesta dentro del rebaje anular (114) y extendiéndose el primer reborde de retención (118) al interior del rebaje anular (114).

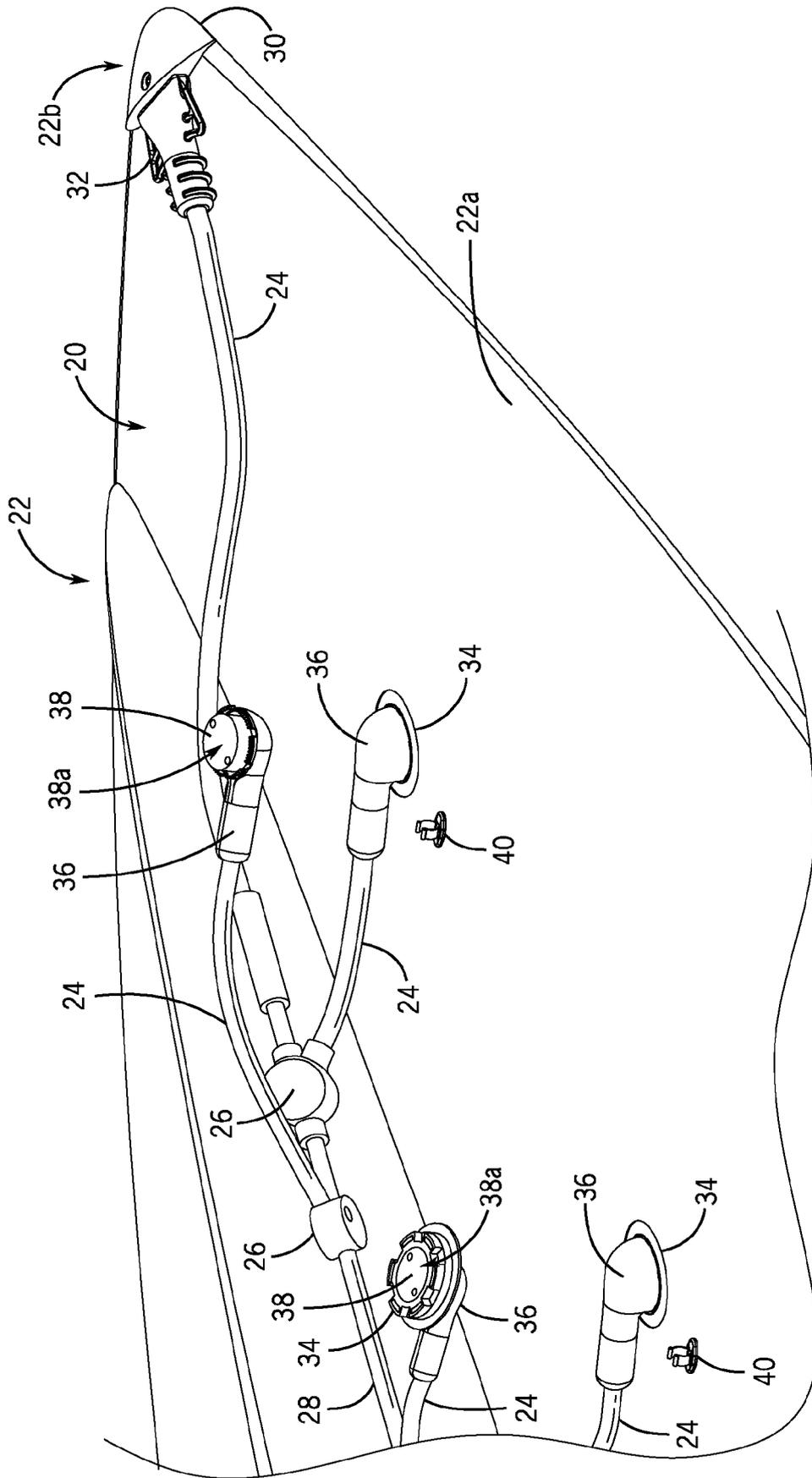


FIG. 1

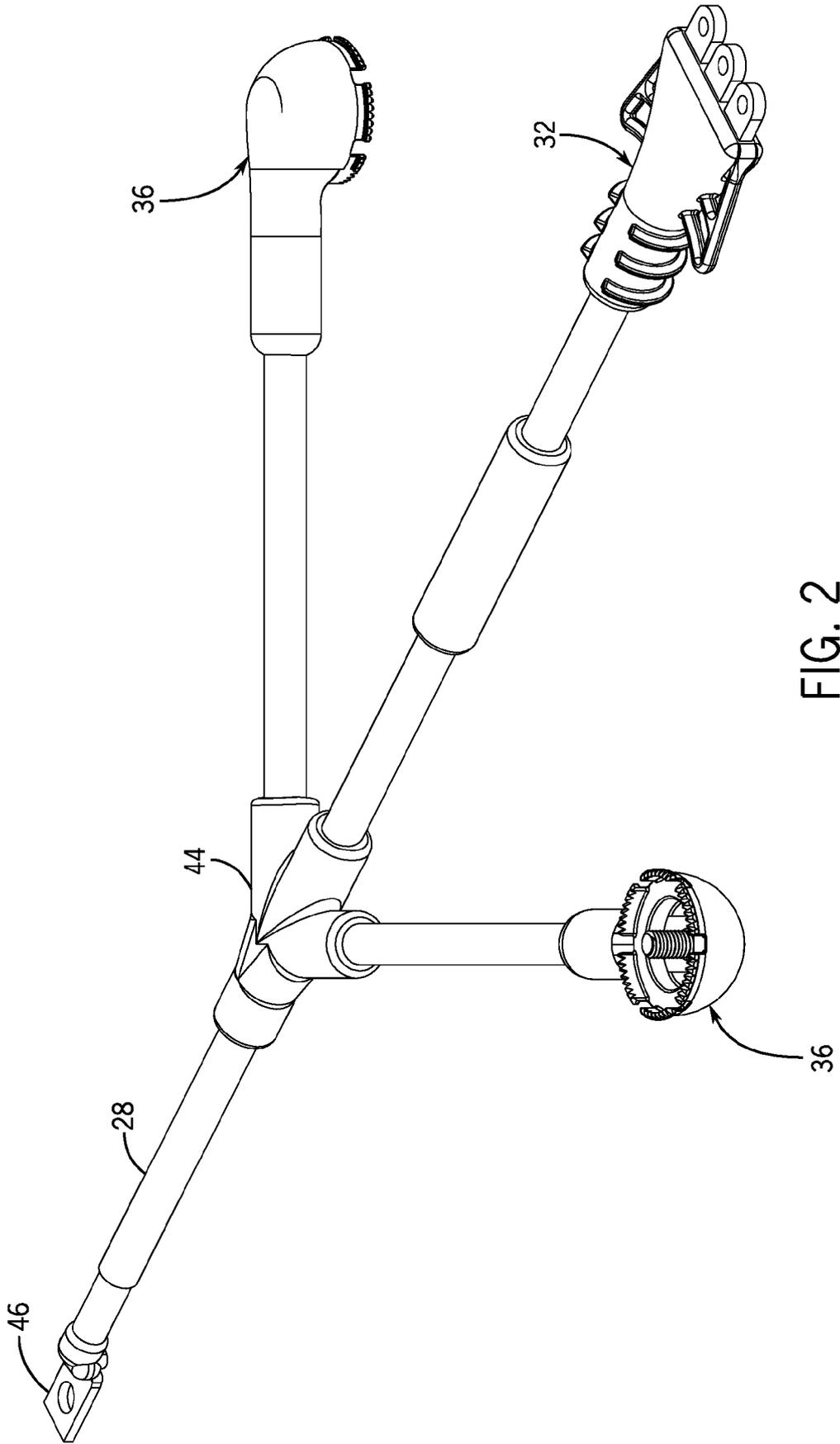
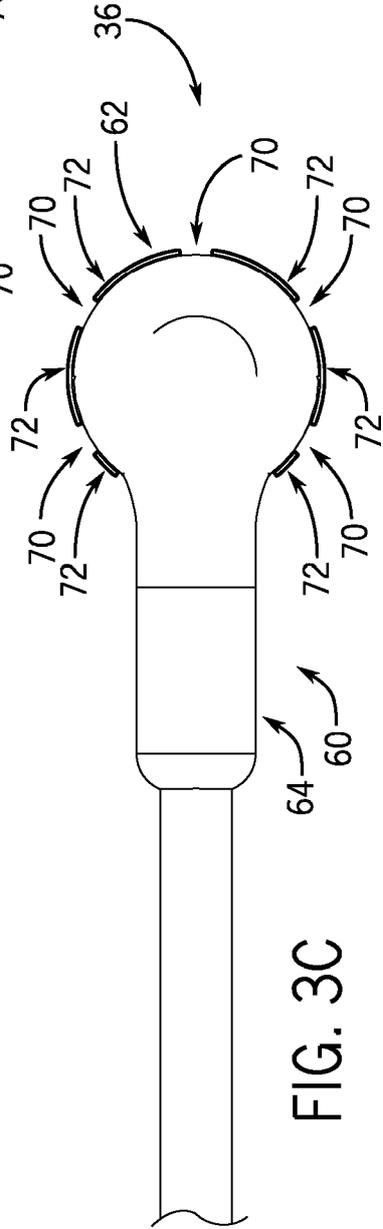
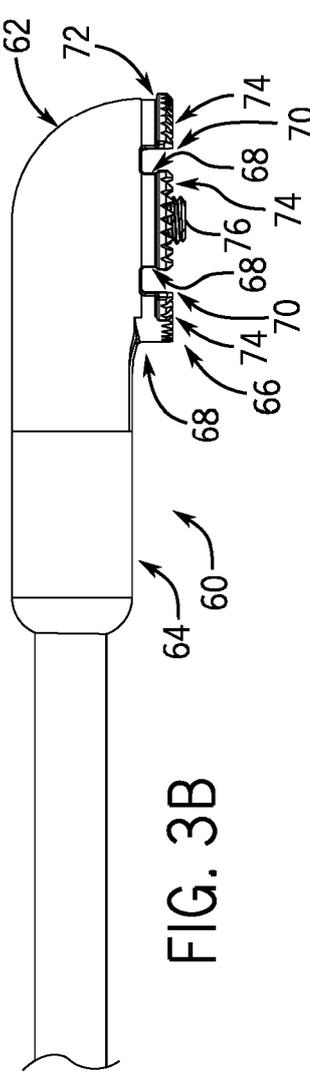
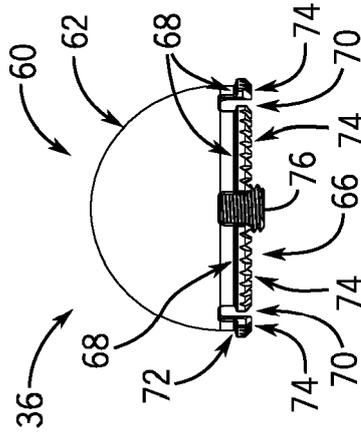
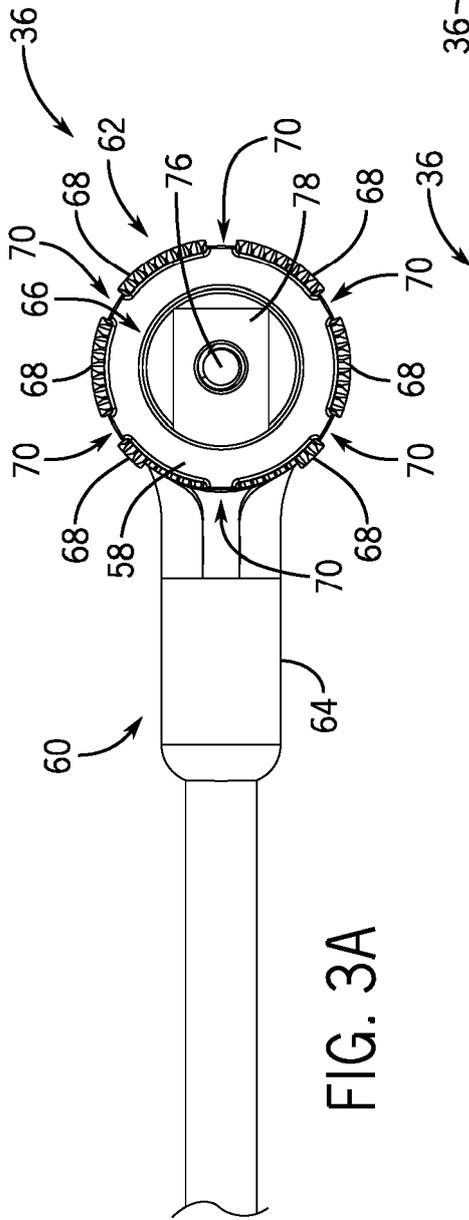
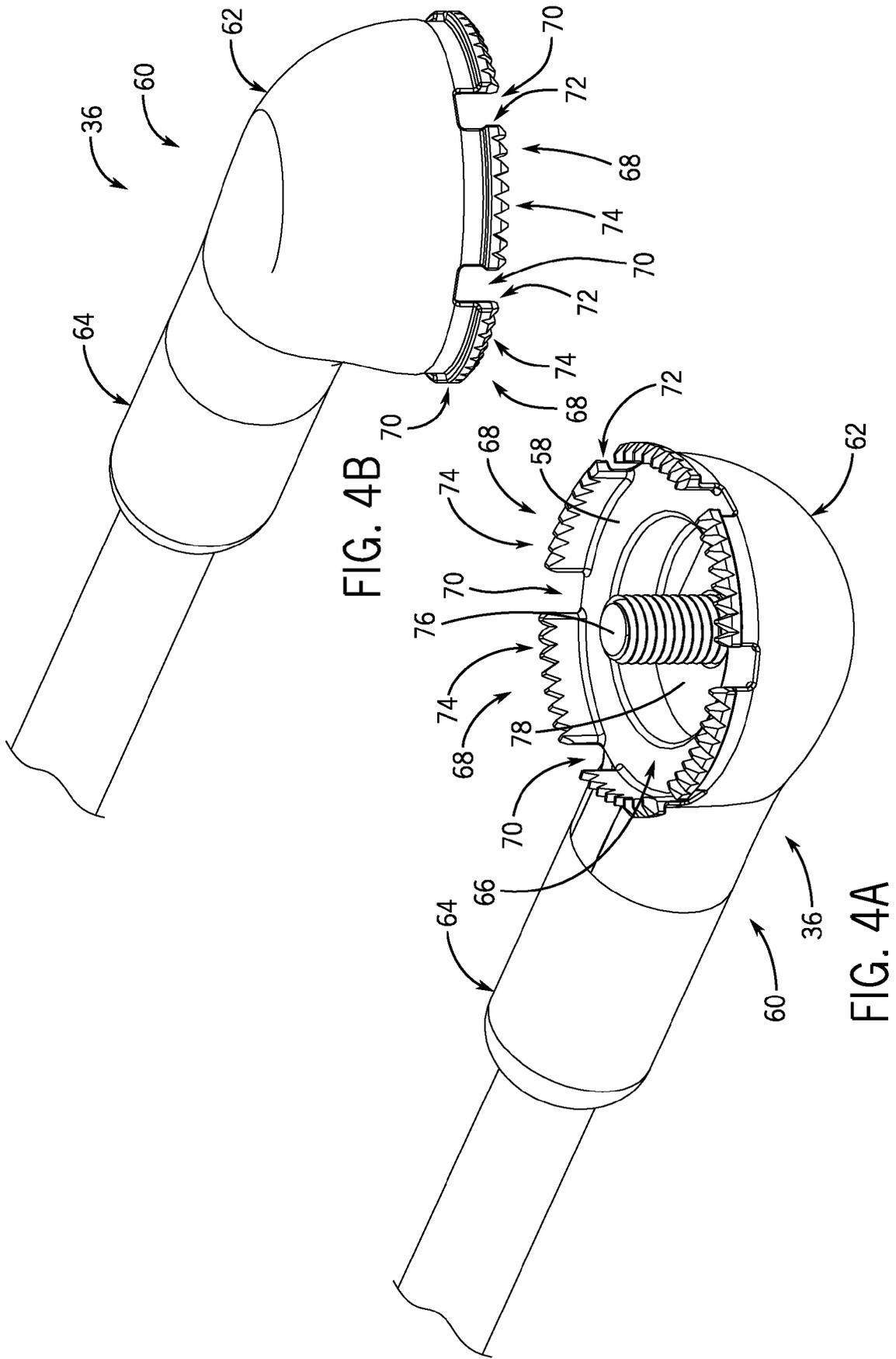


FIG. 2





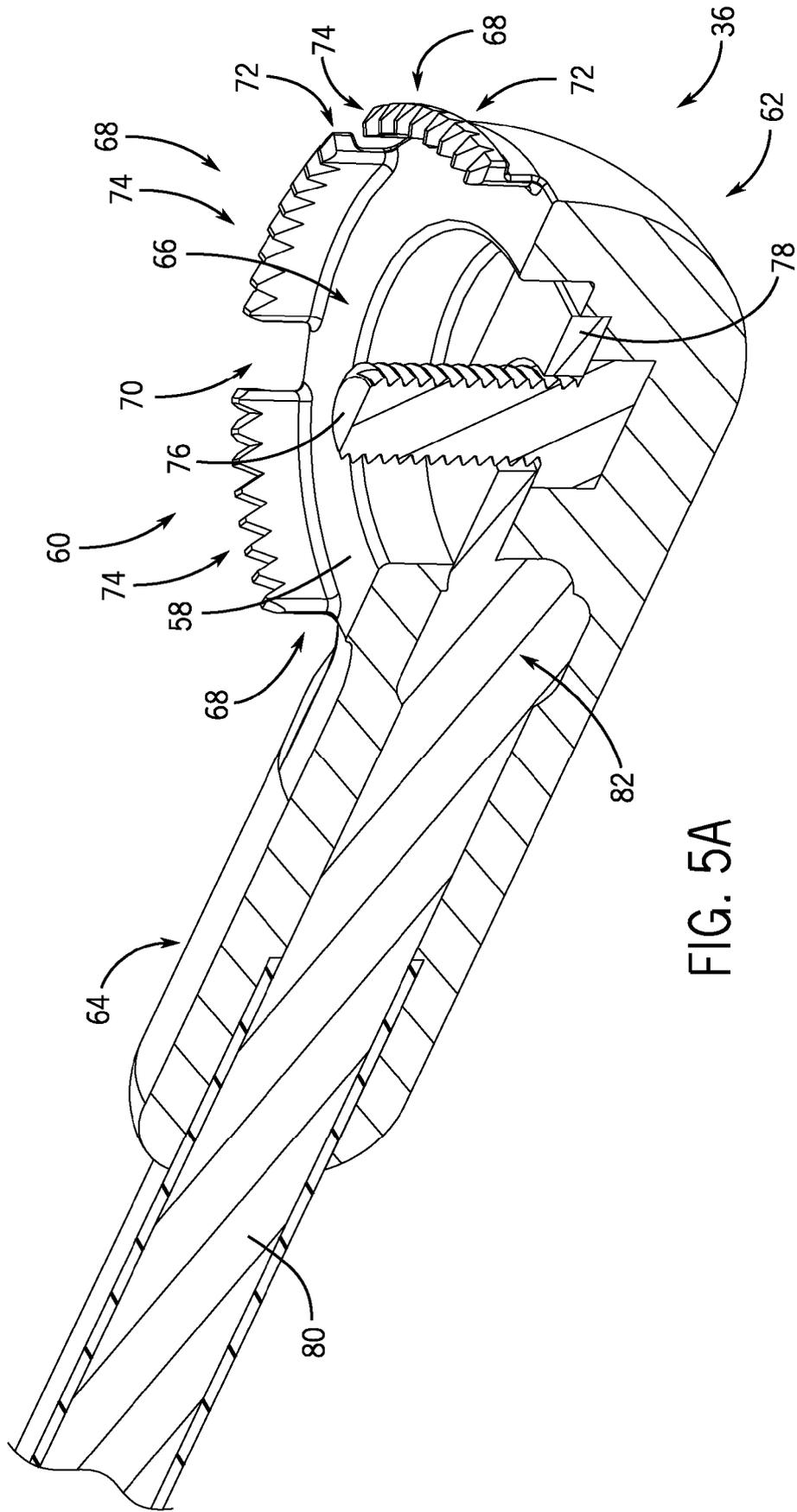


FIG. 5A

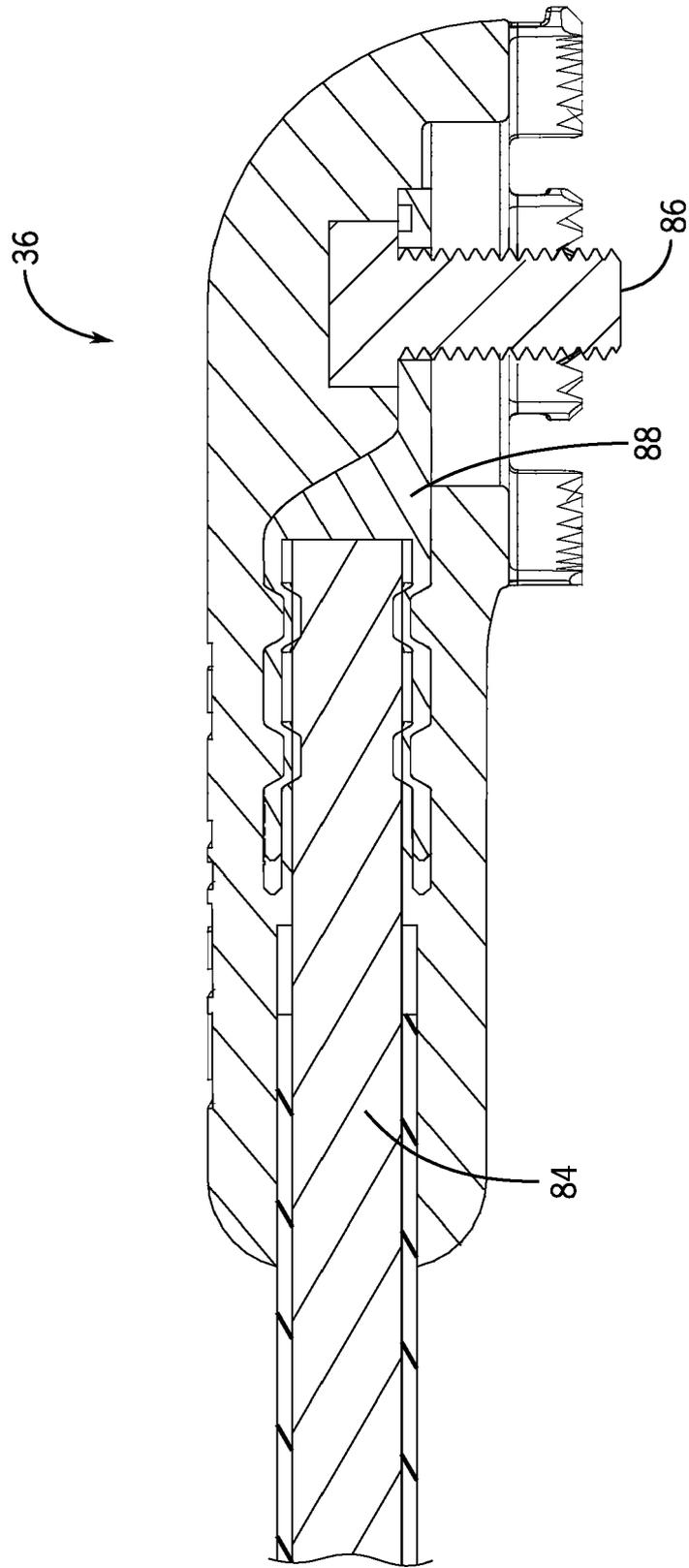


FIG. 5B

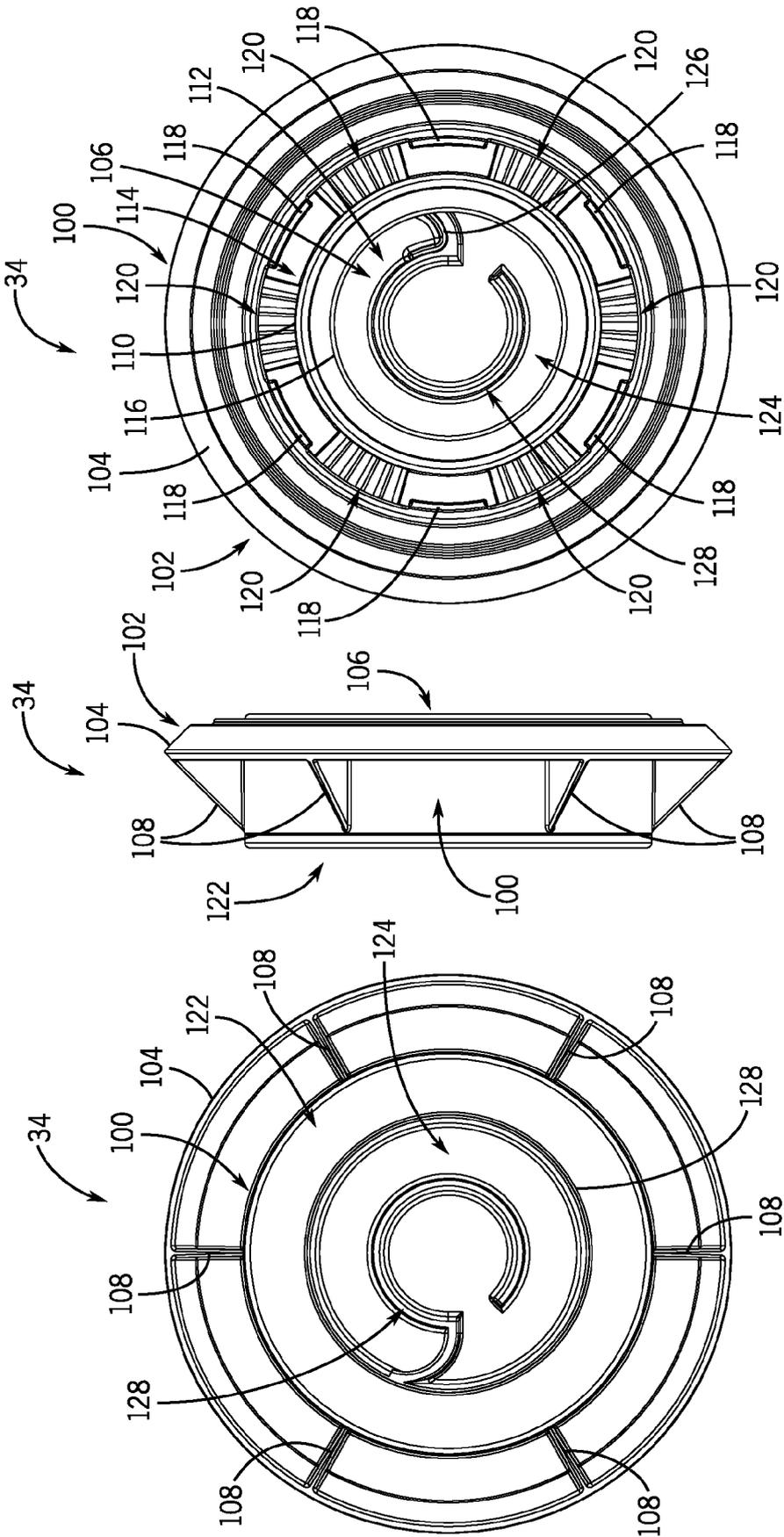
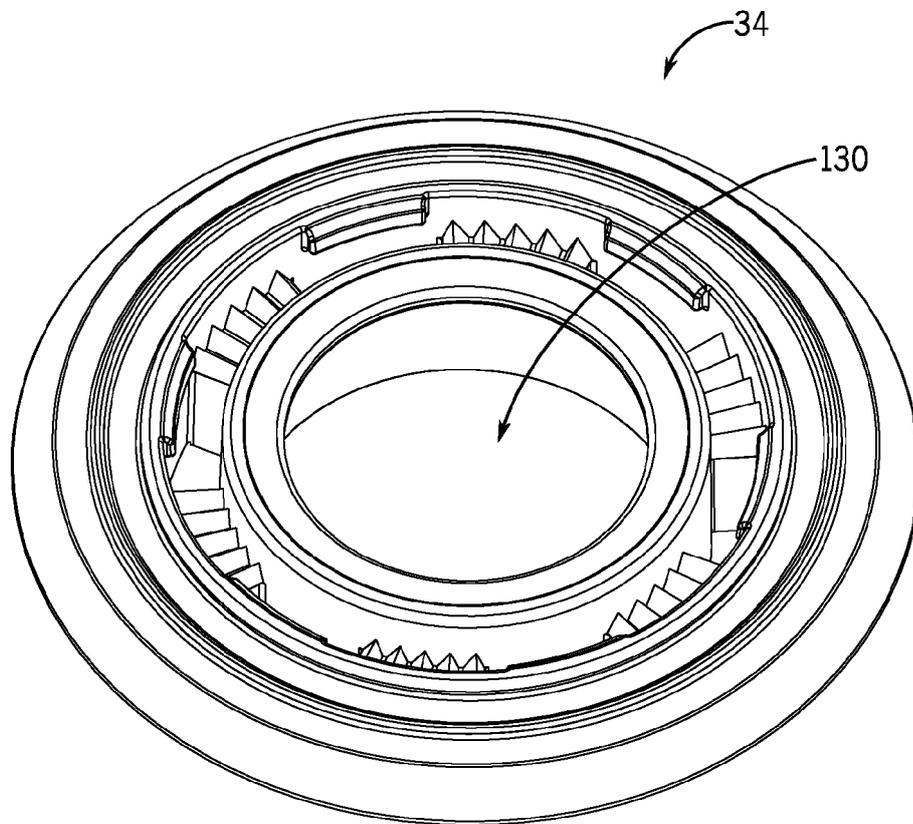
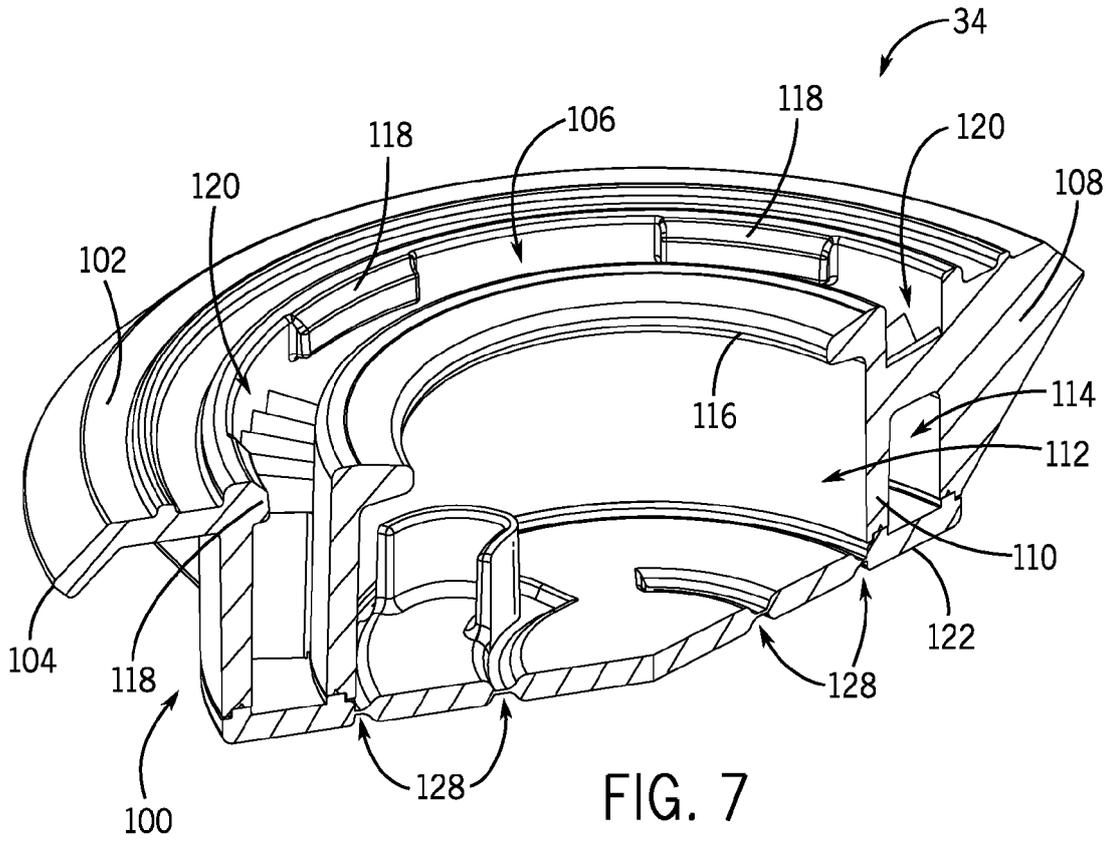


FIG. 6C

FIG. 6B

FIG. 6A



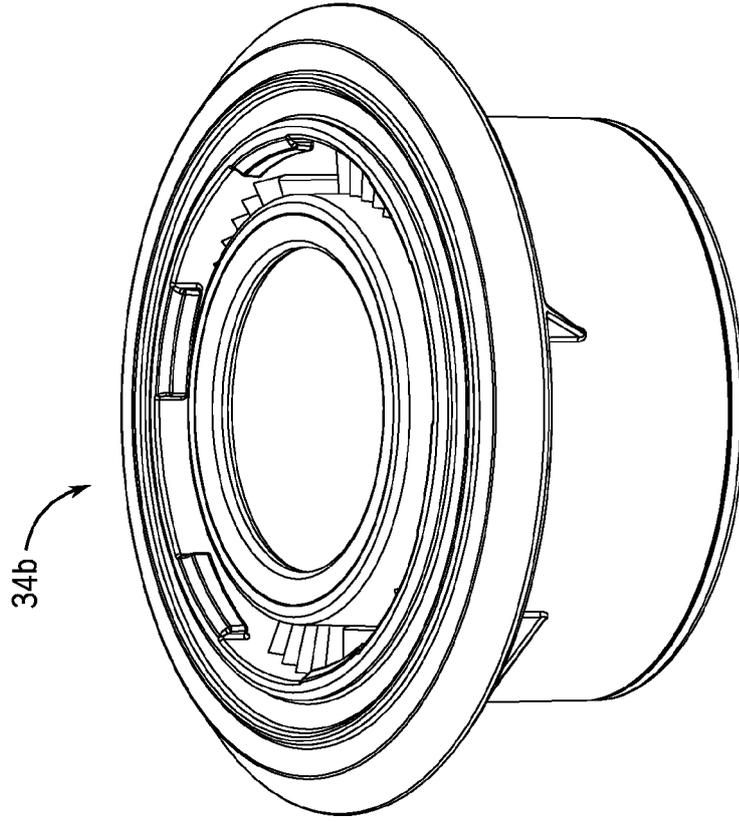


FIG. 10

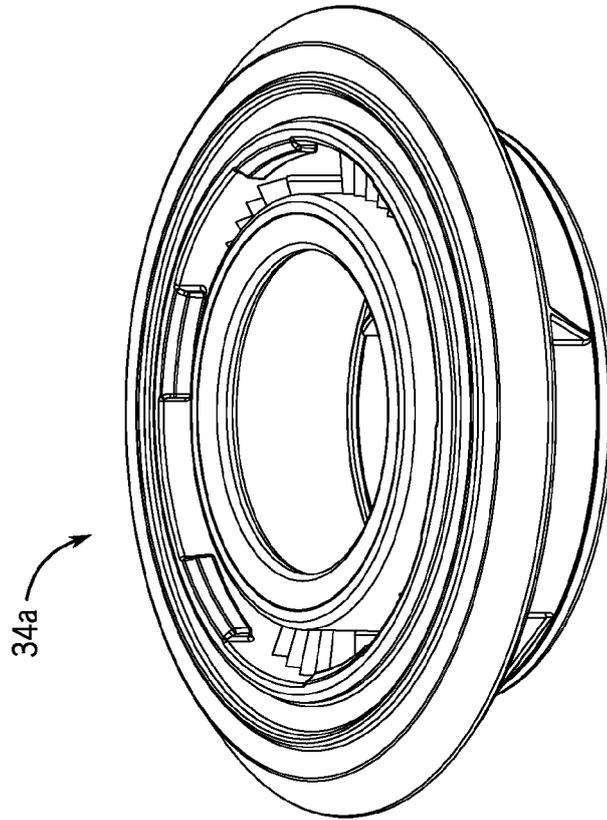


FIG. 9

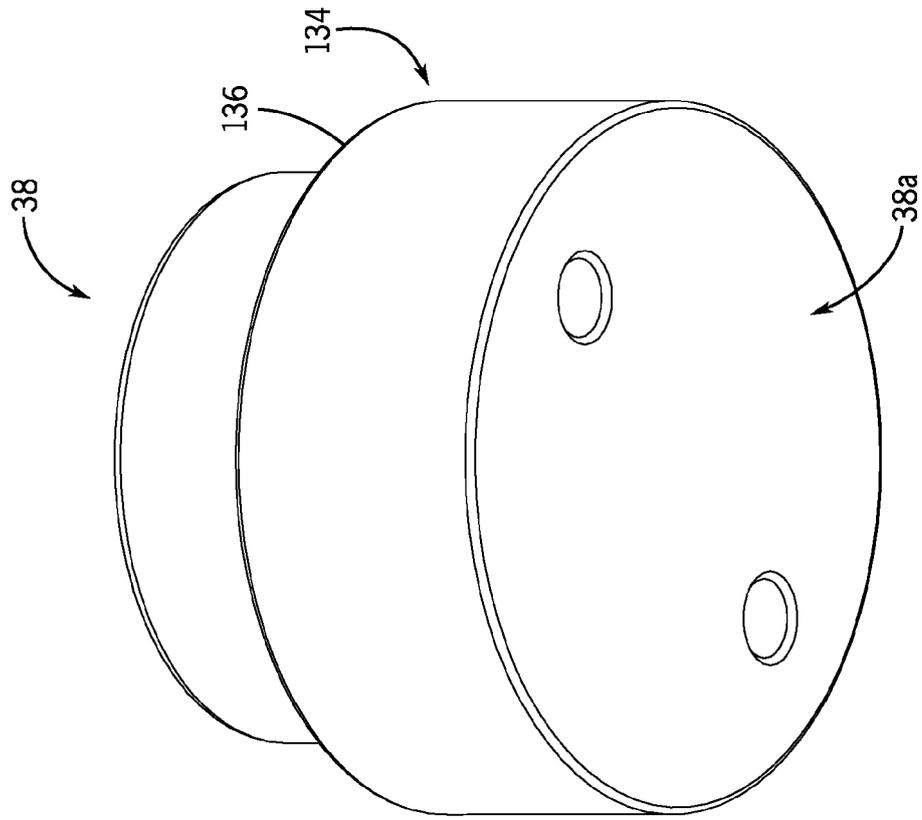


FIG. 11B

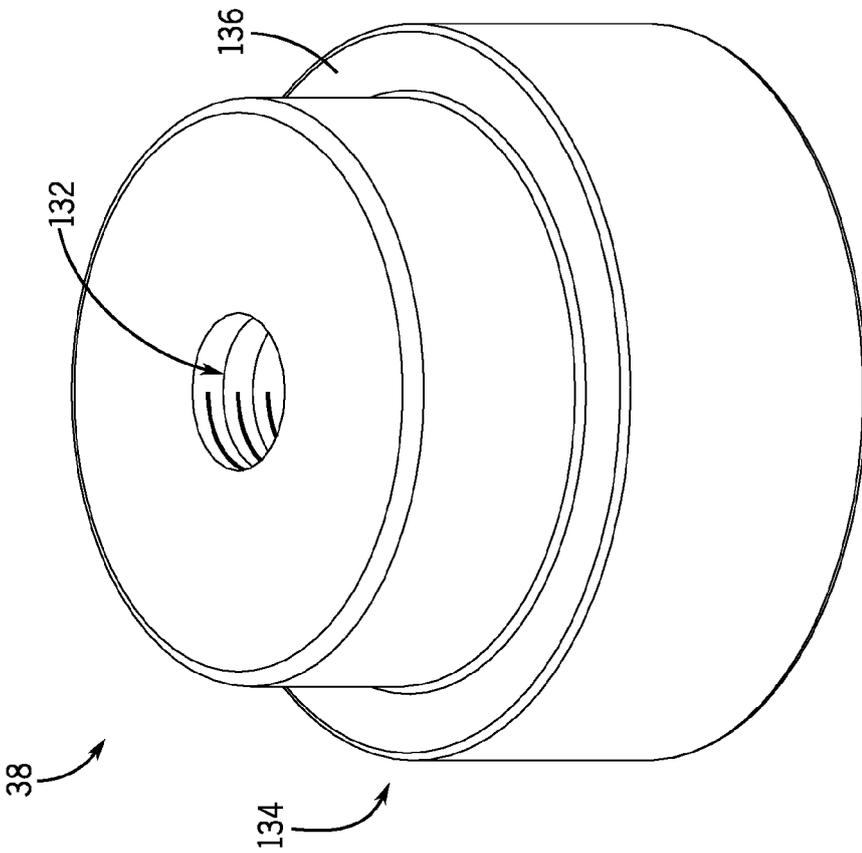


FIG. 11A

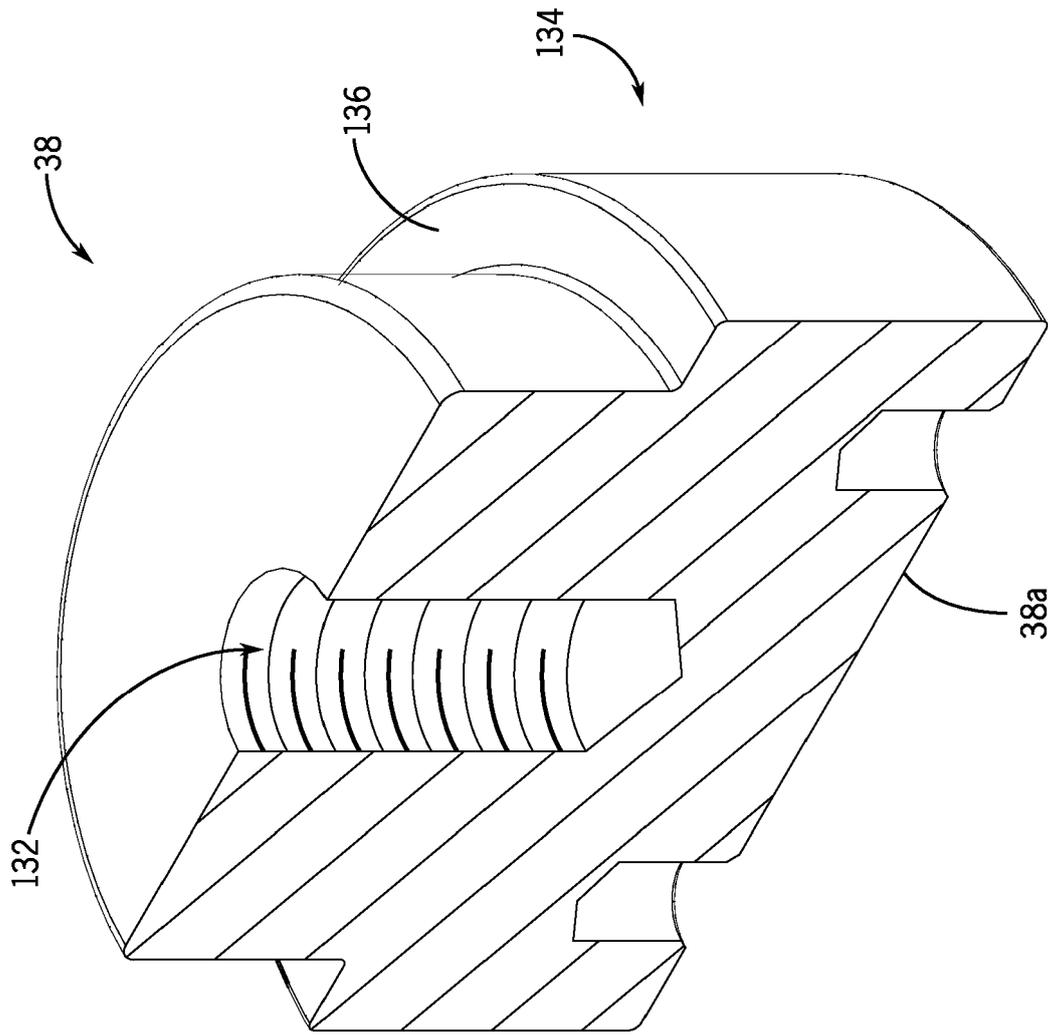


FIG. 11C

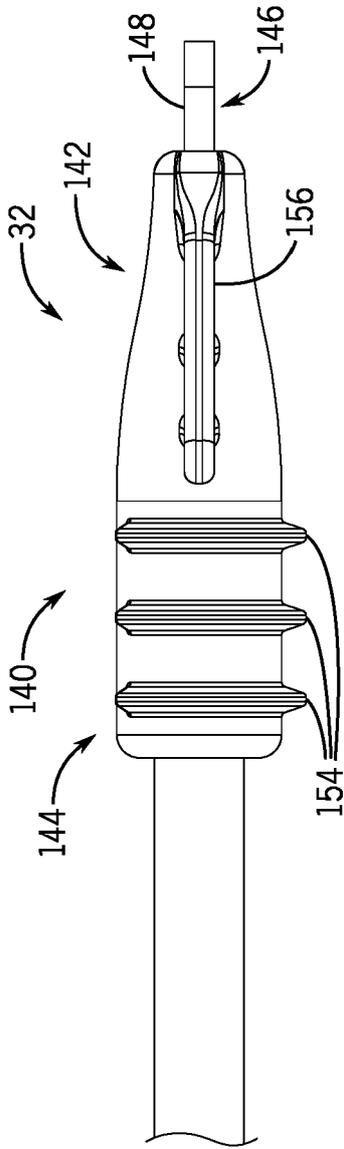


FIG. 12A

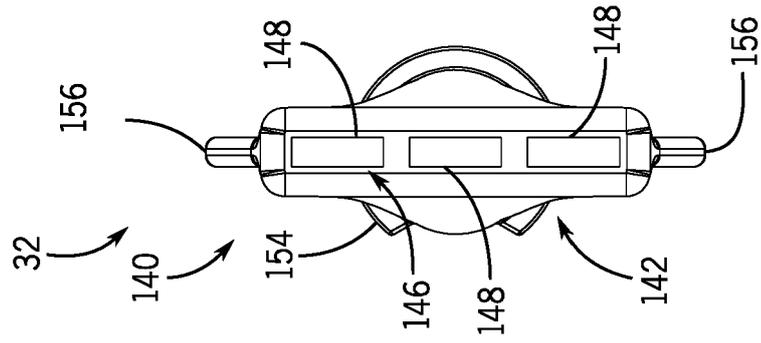


FIG. 12C

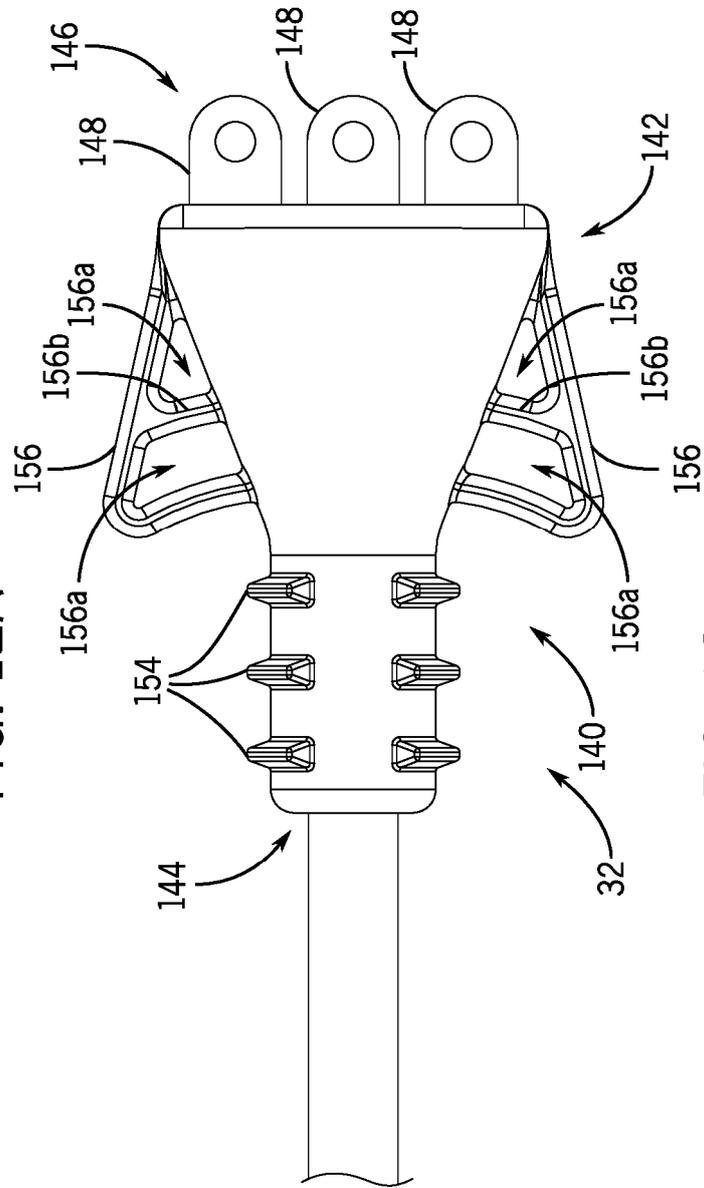


FIG. 12B

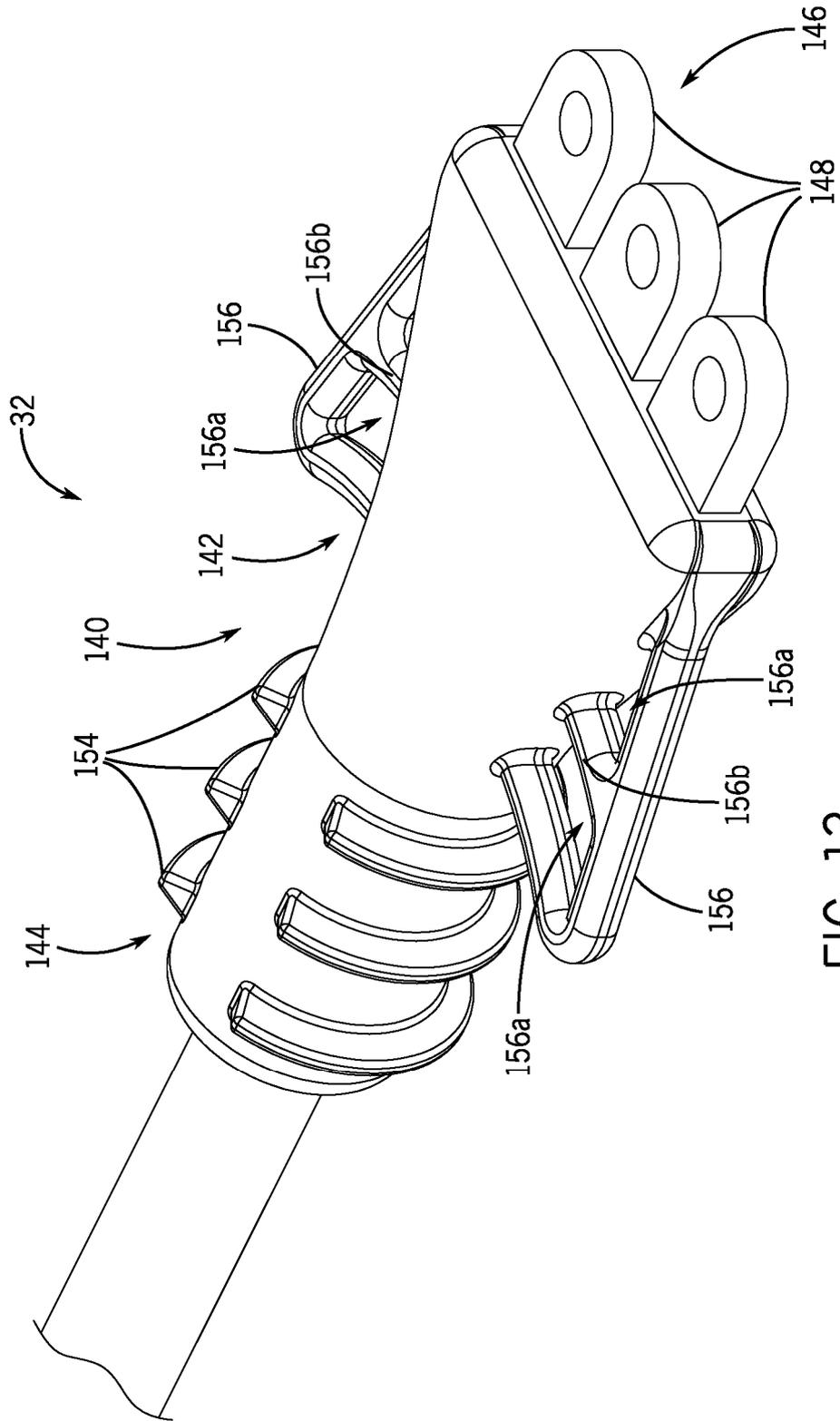


FIG. 13

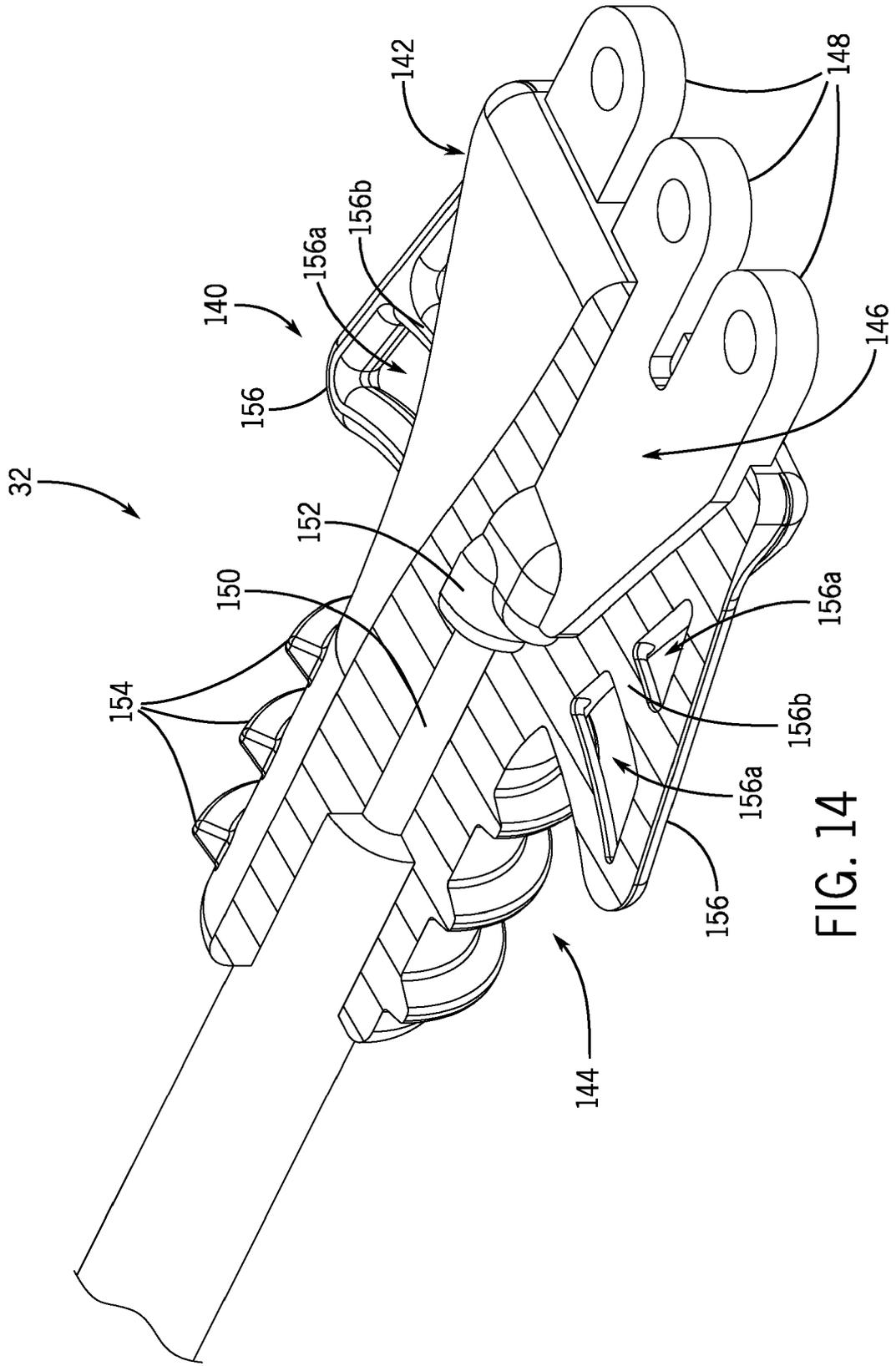


FIG. 14

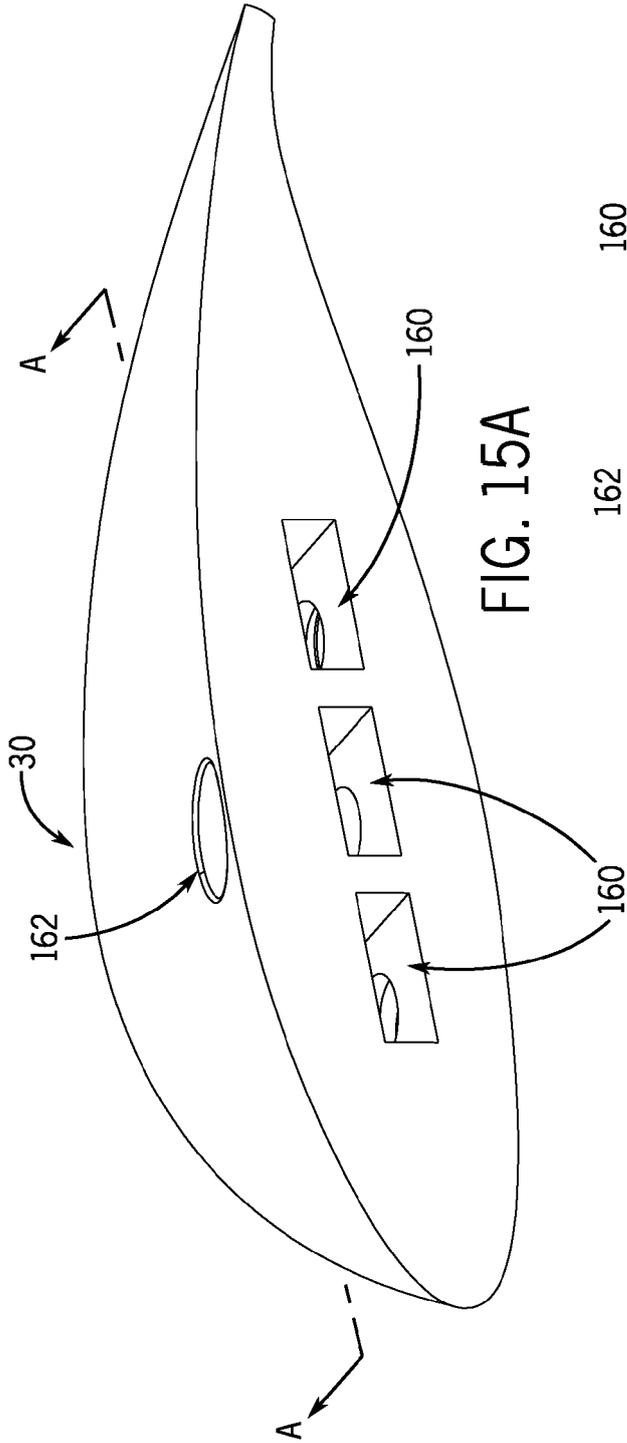


FIG. 15A

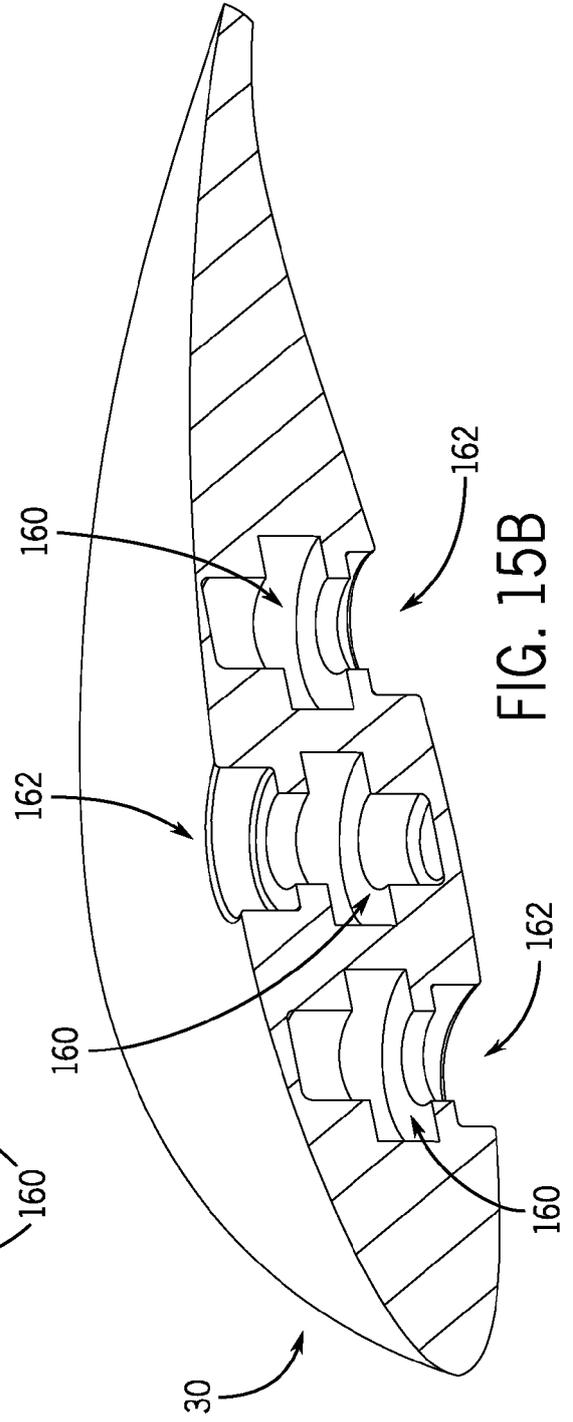


FIG. 15B

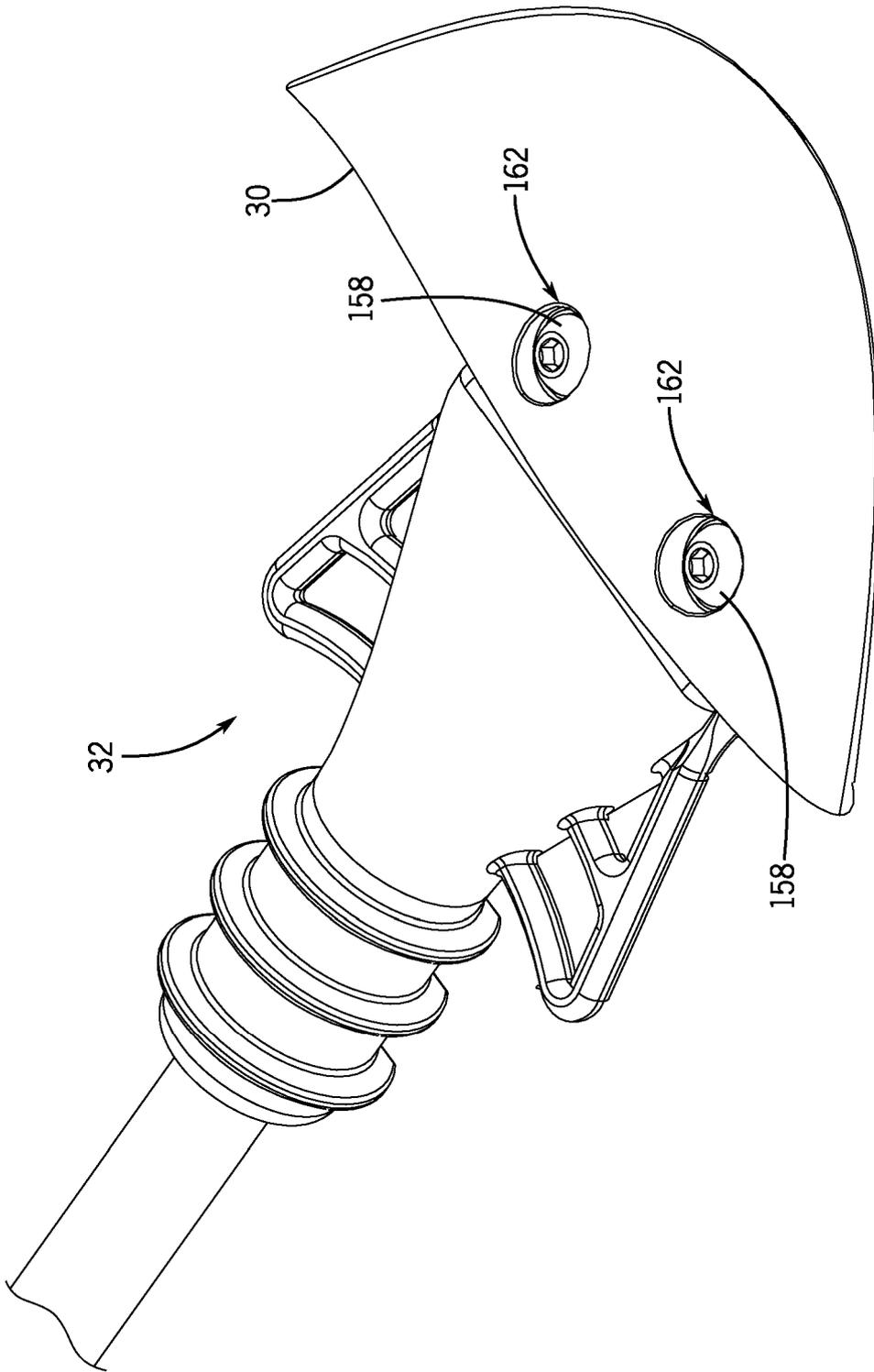


FIG. 16A

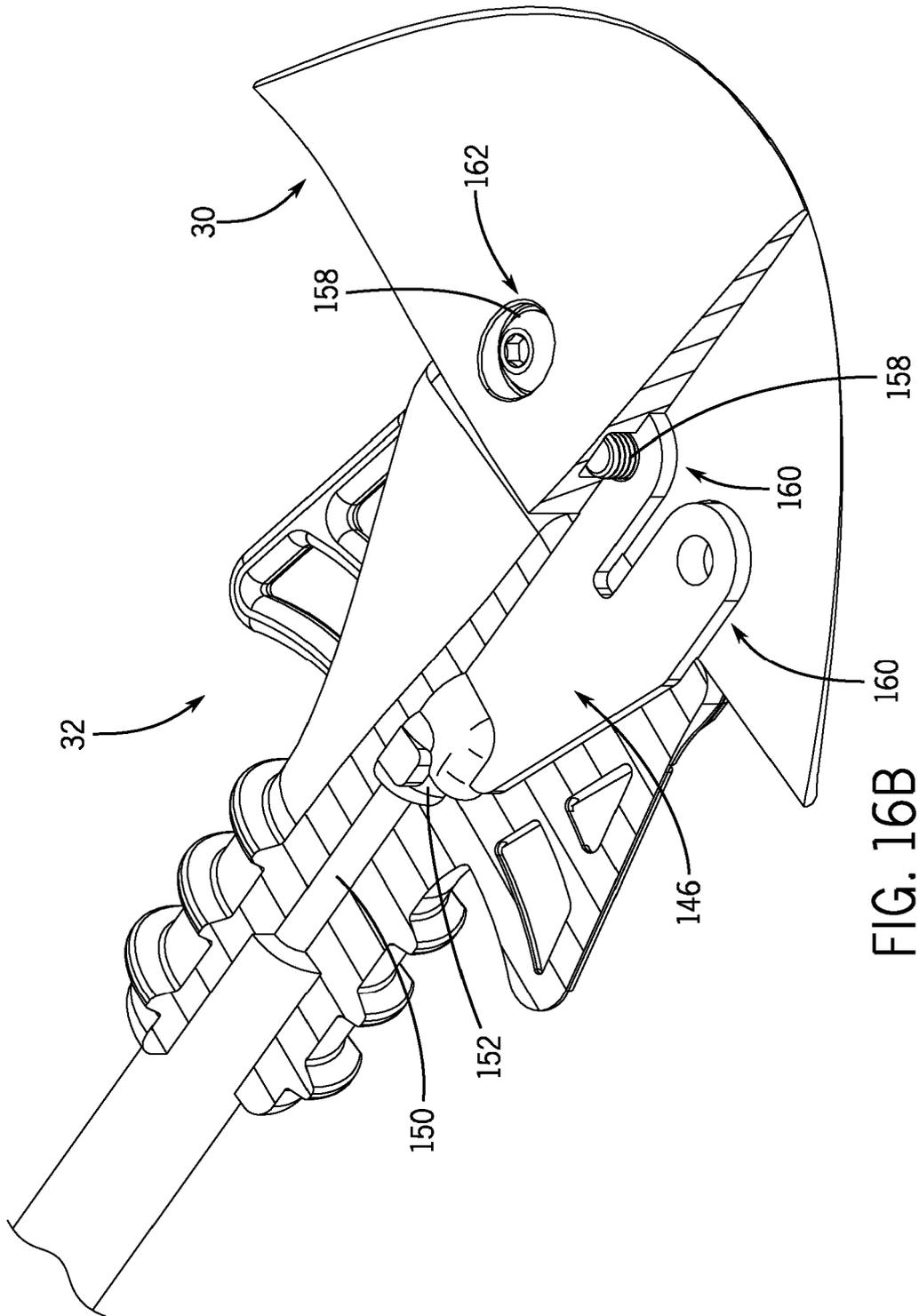


FIG. 16B

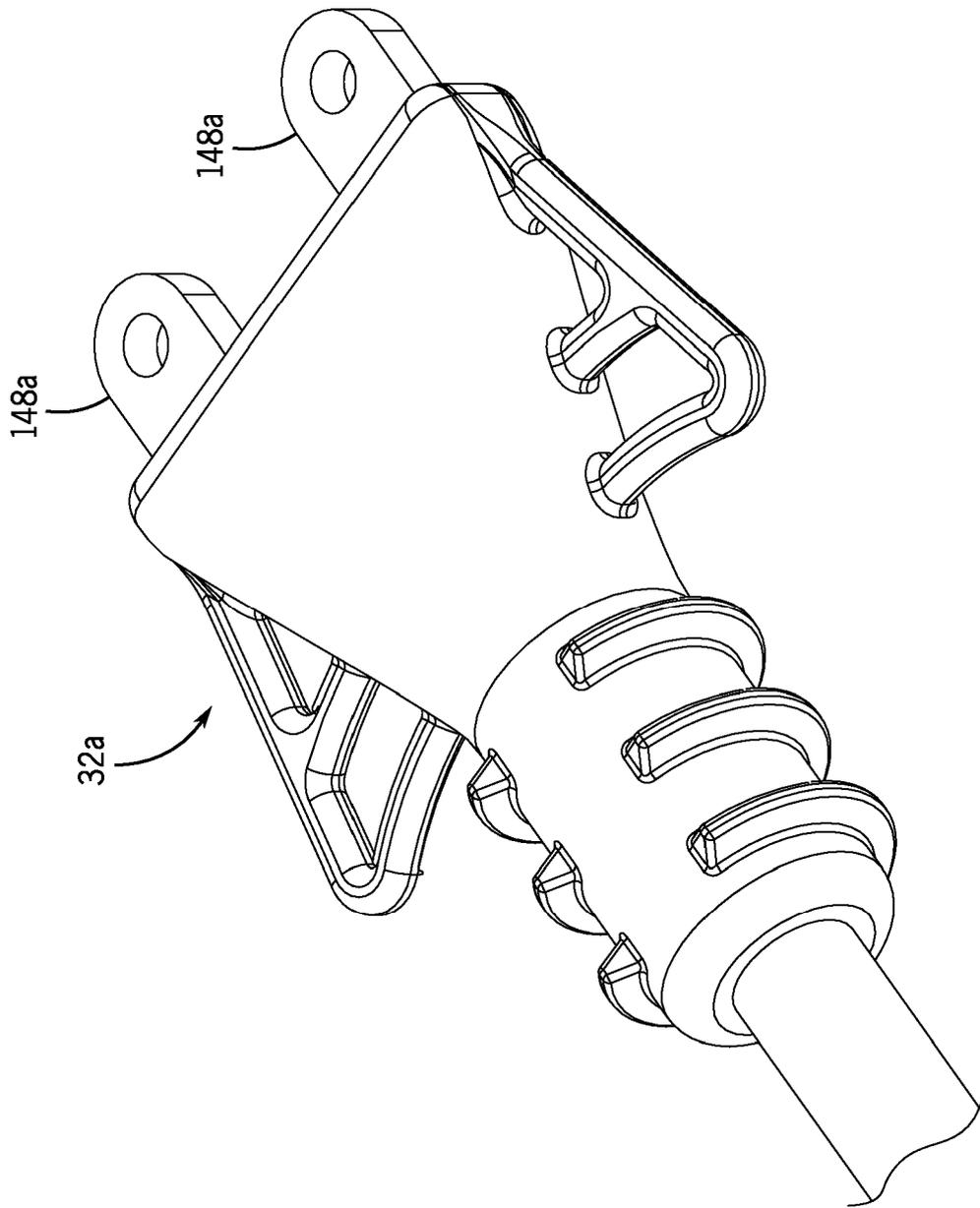


FIG. 17

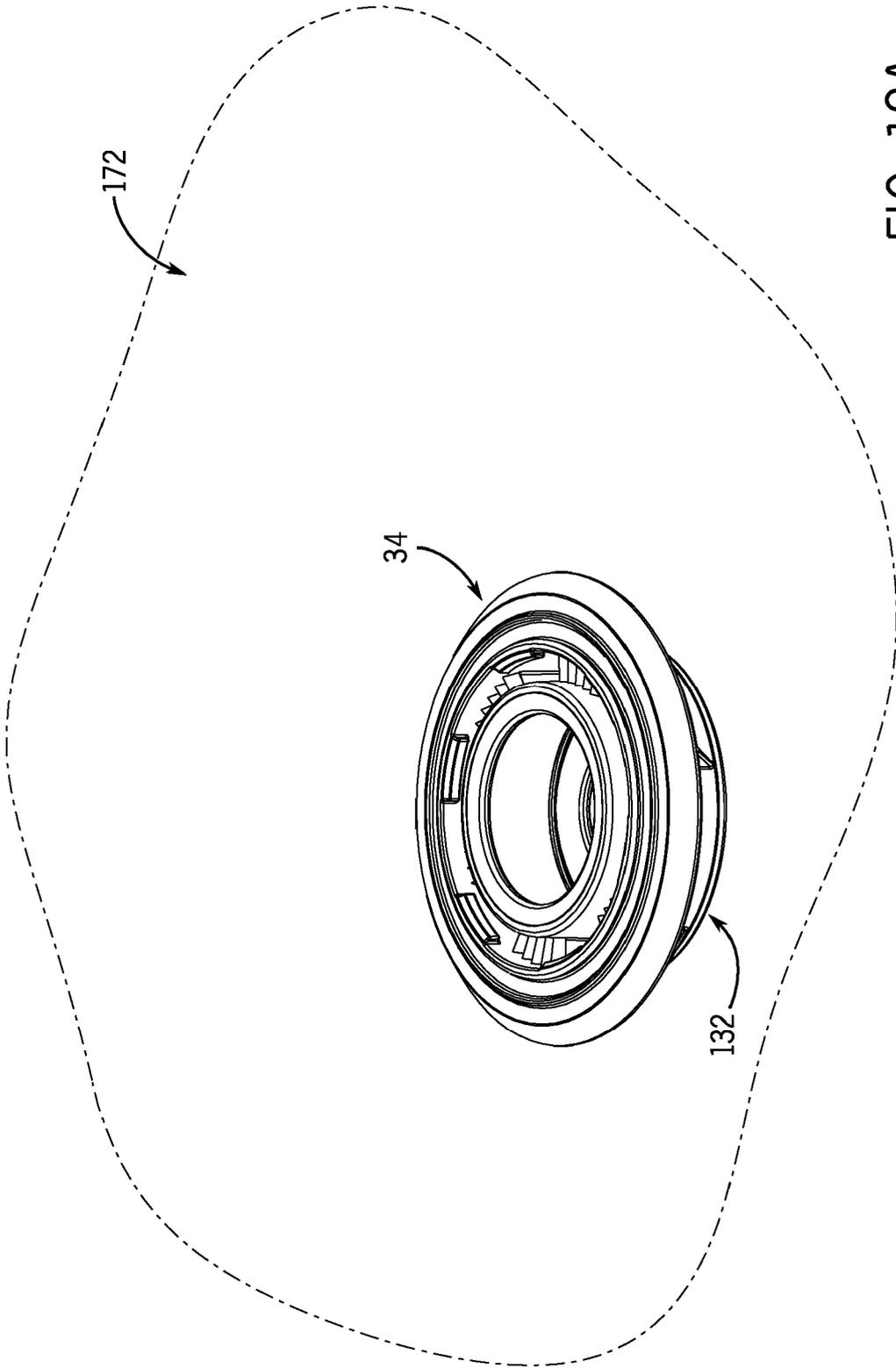


FIG. 18A

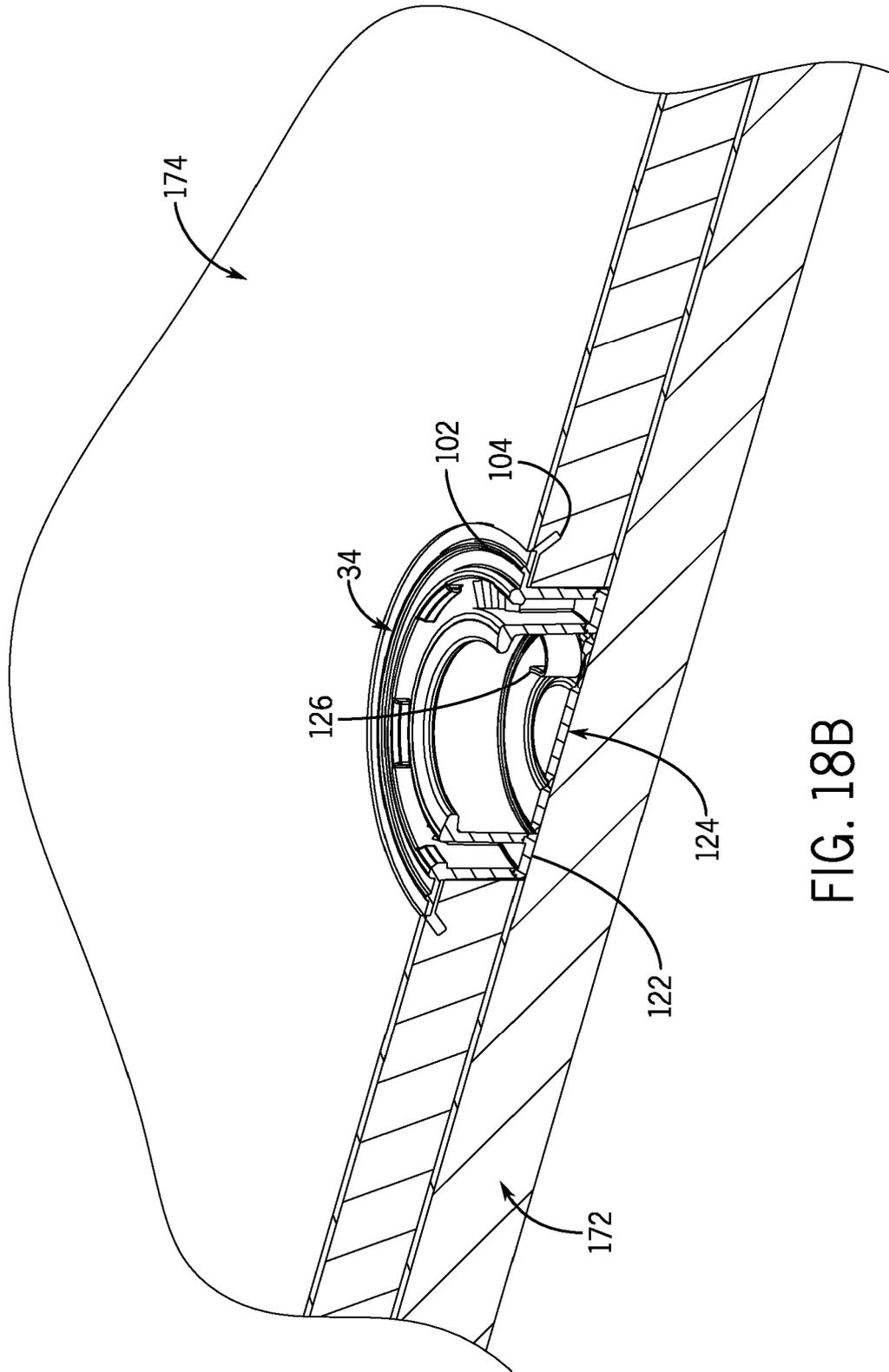


FIG. 18B

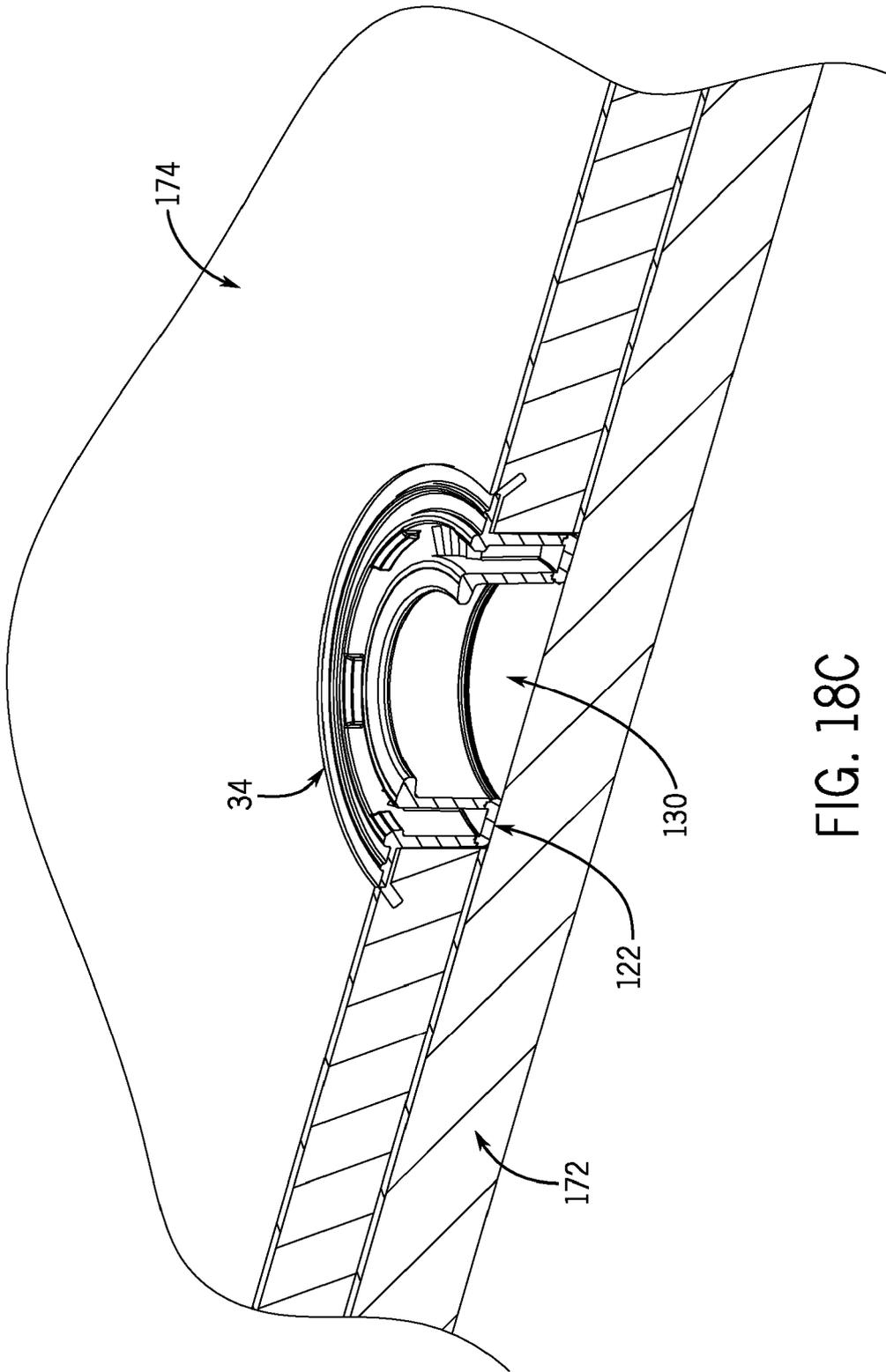


FIG. 18C

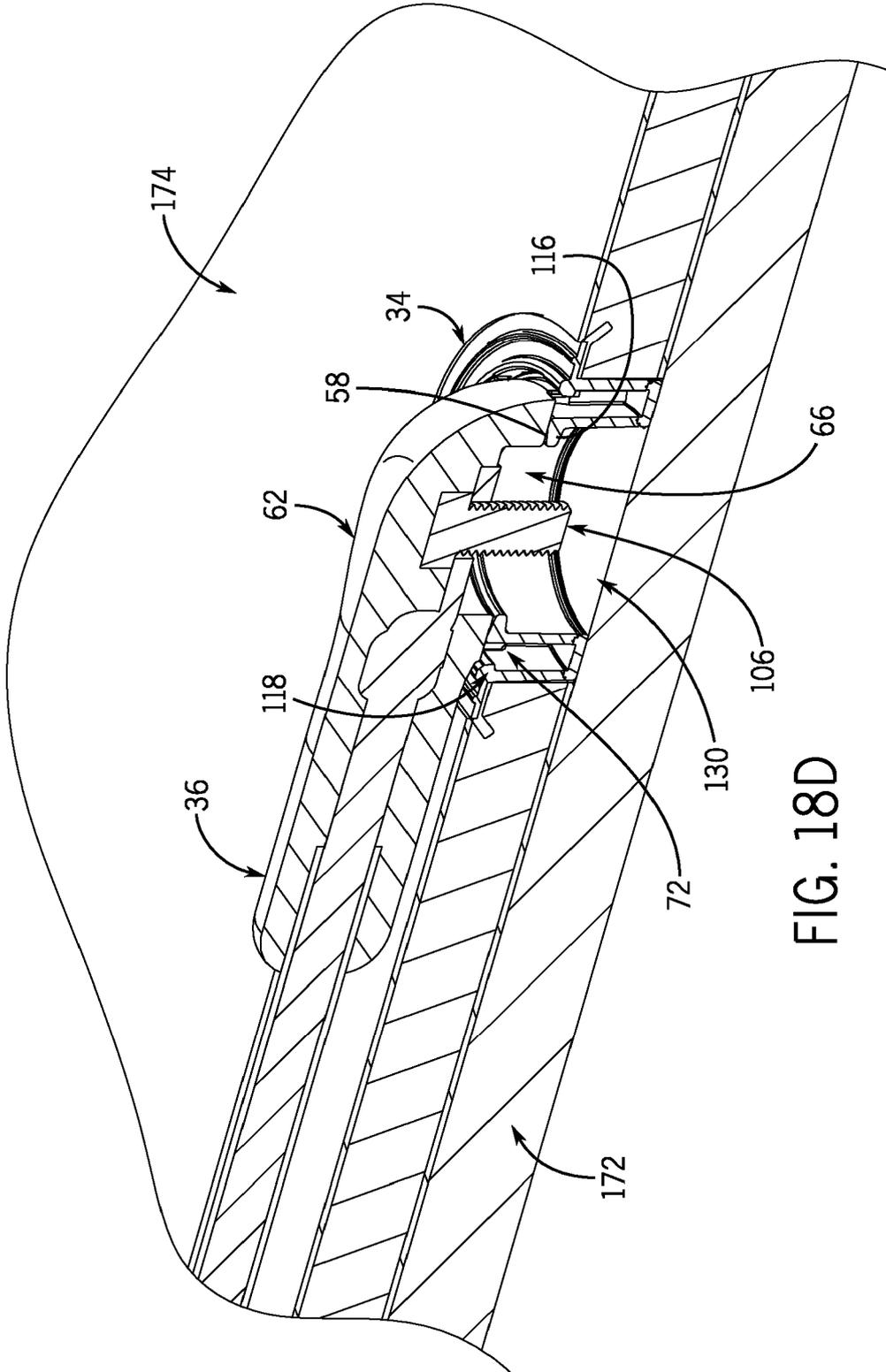


FIG. 18D

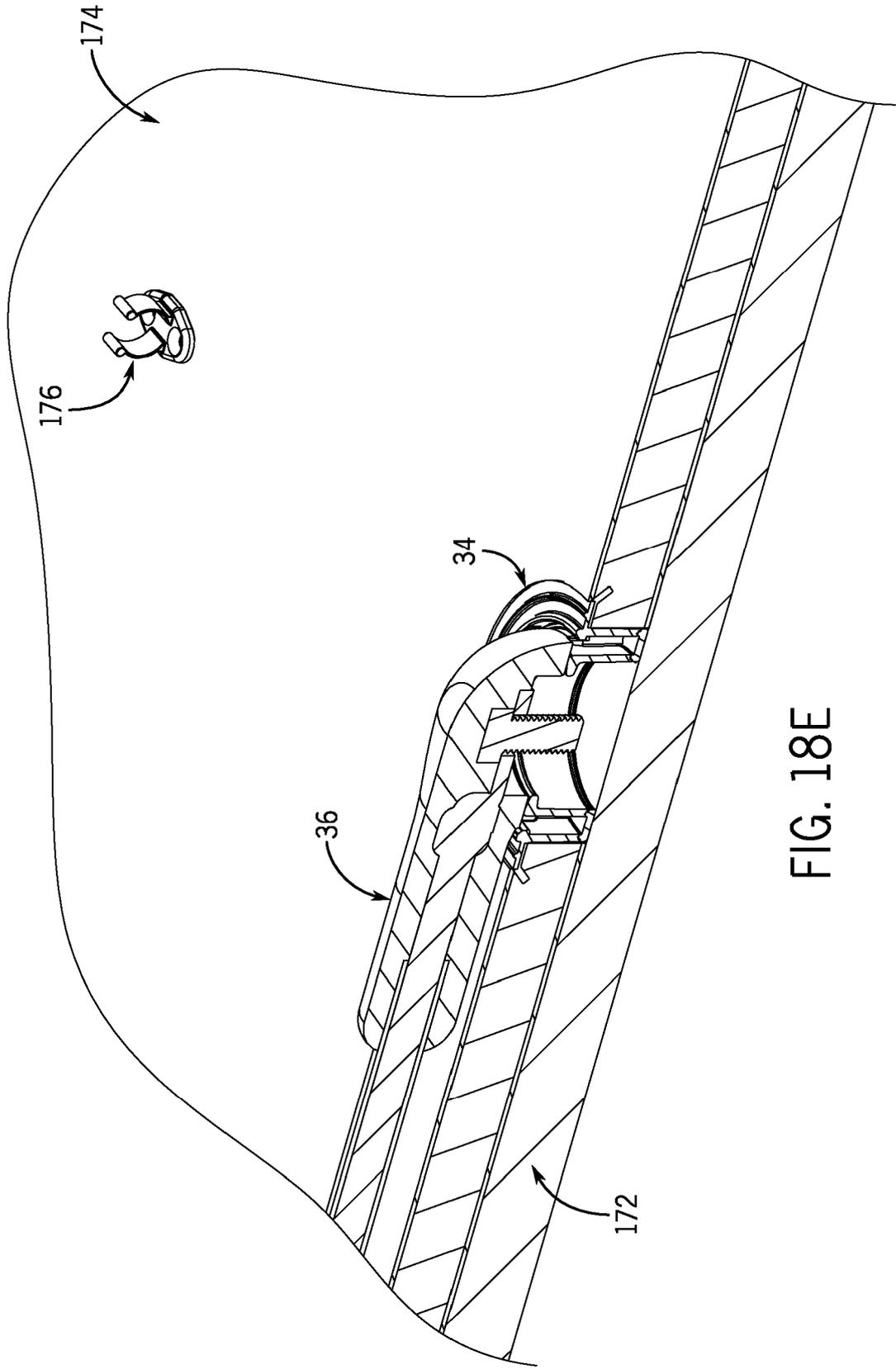


FIG. 18E

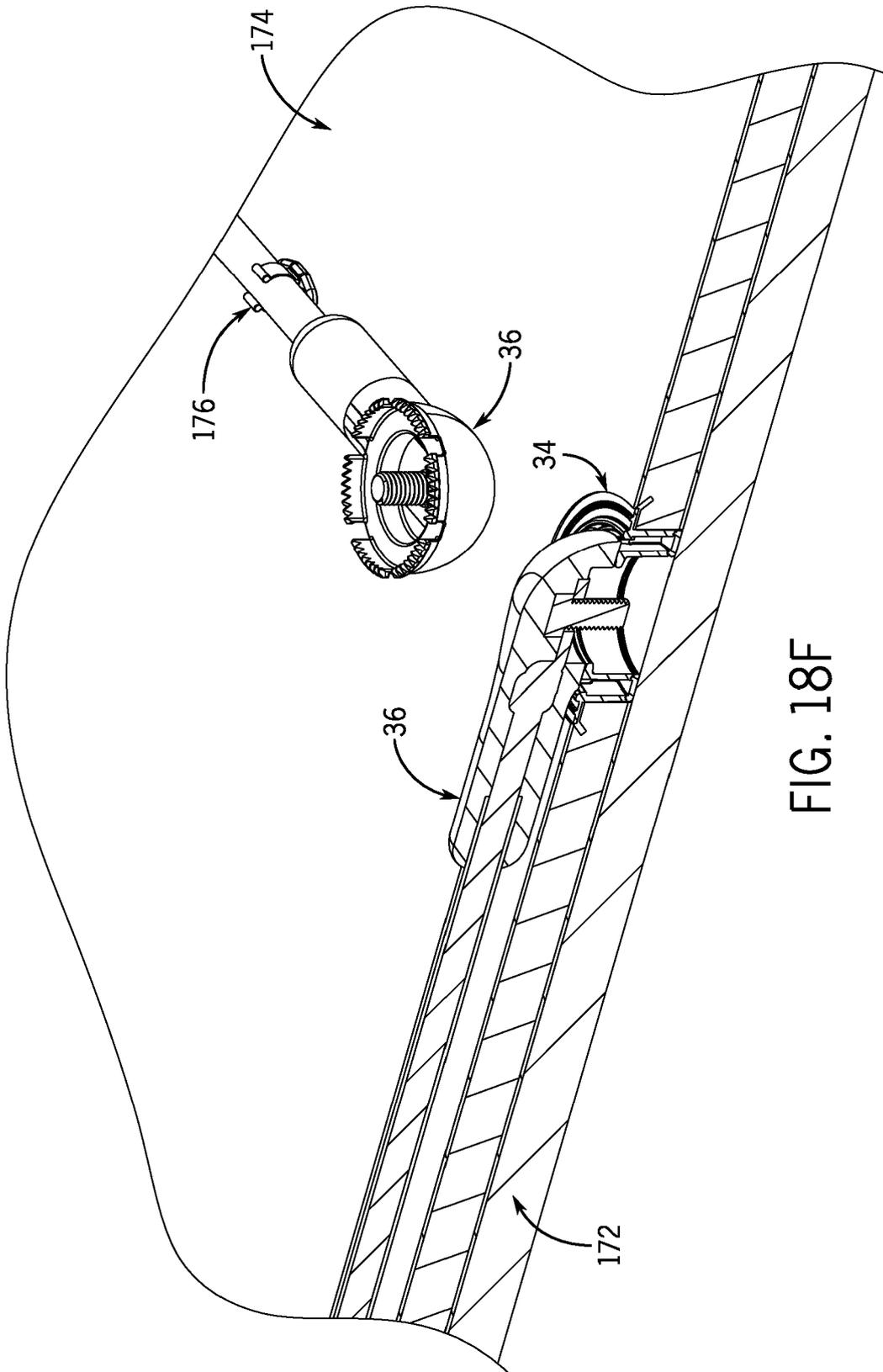


FIG. 18F

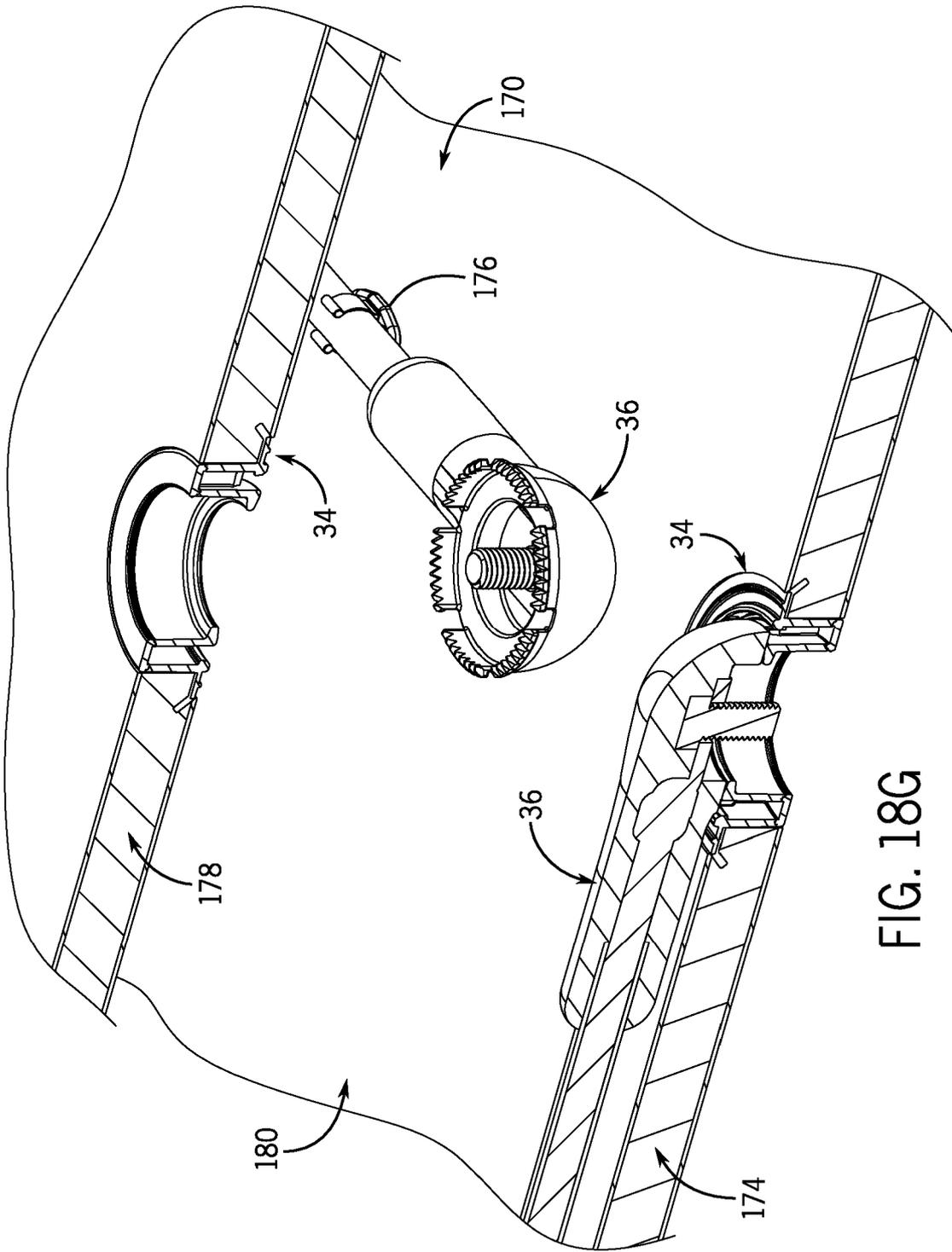


FIG. 18G

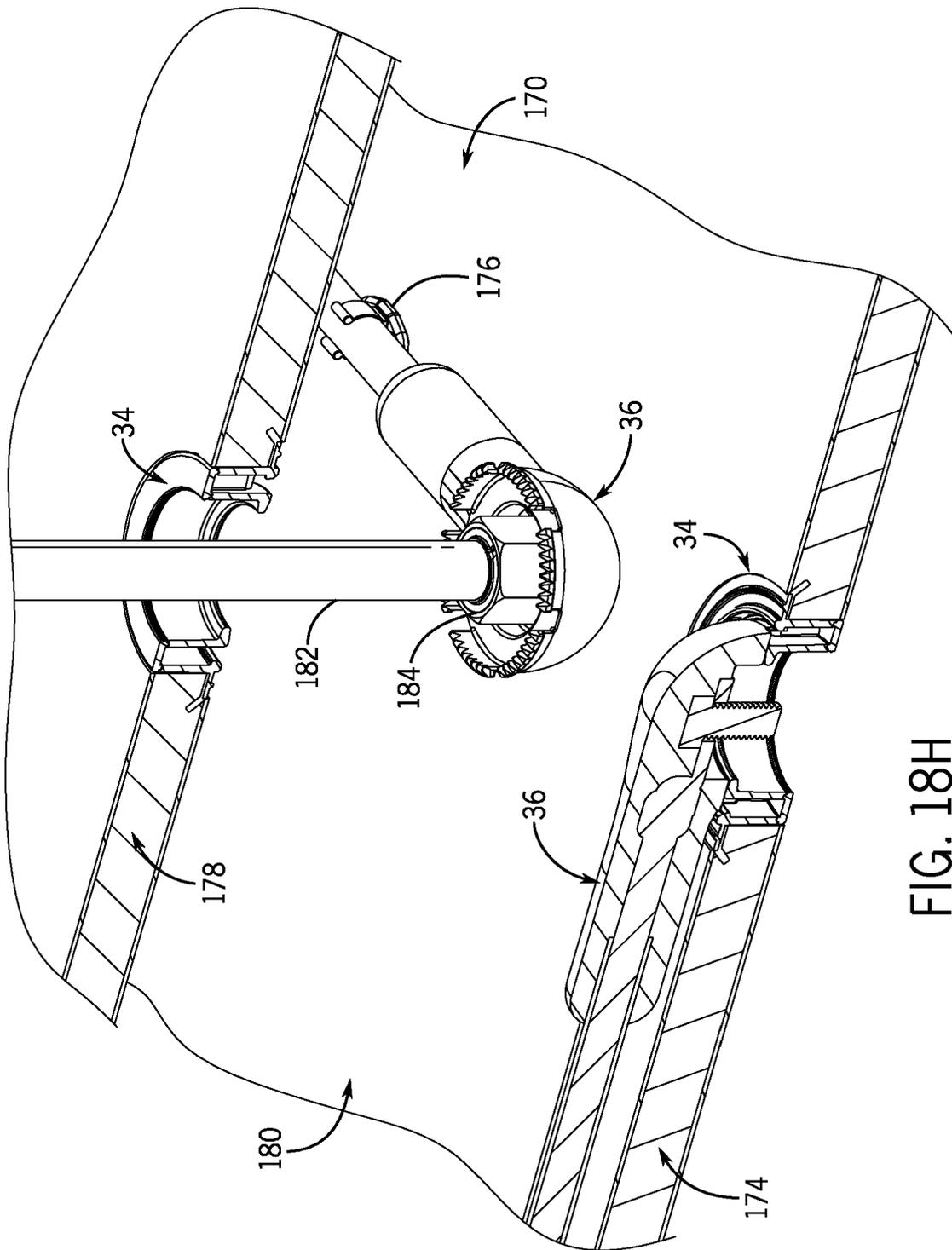
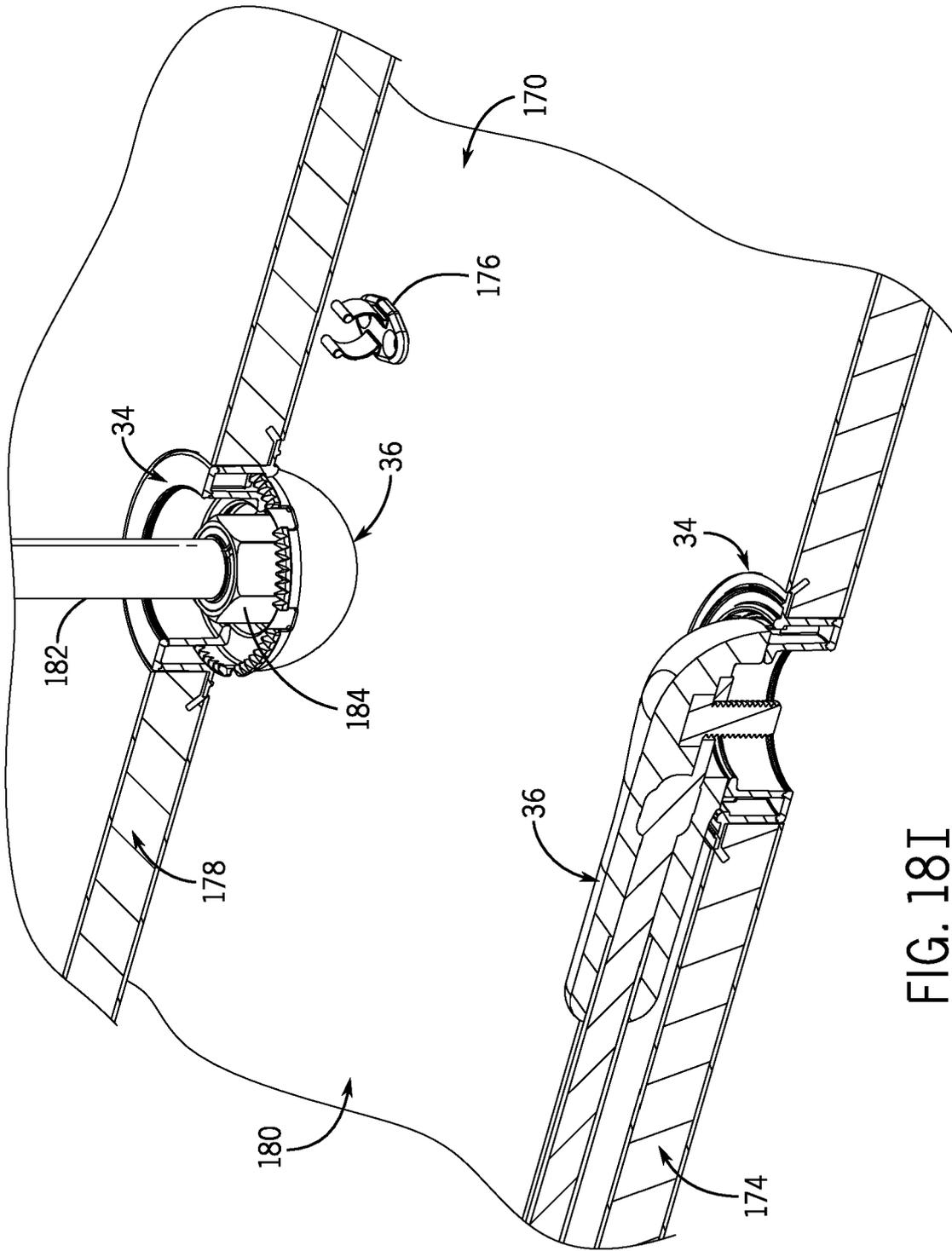


FIG. 18H



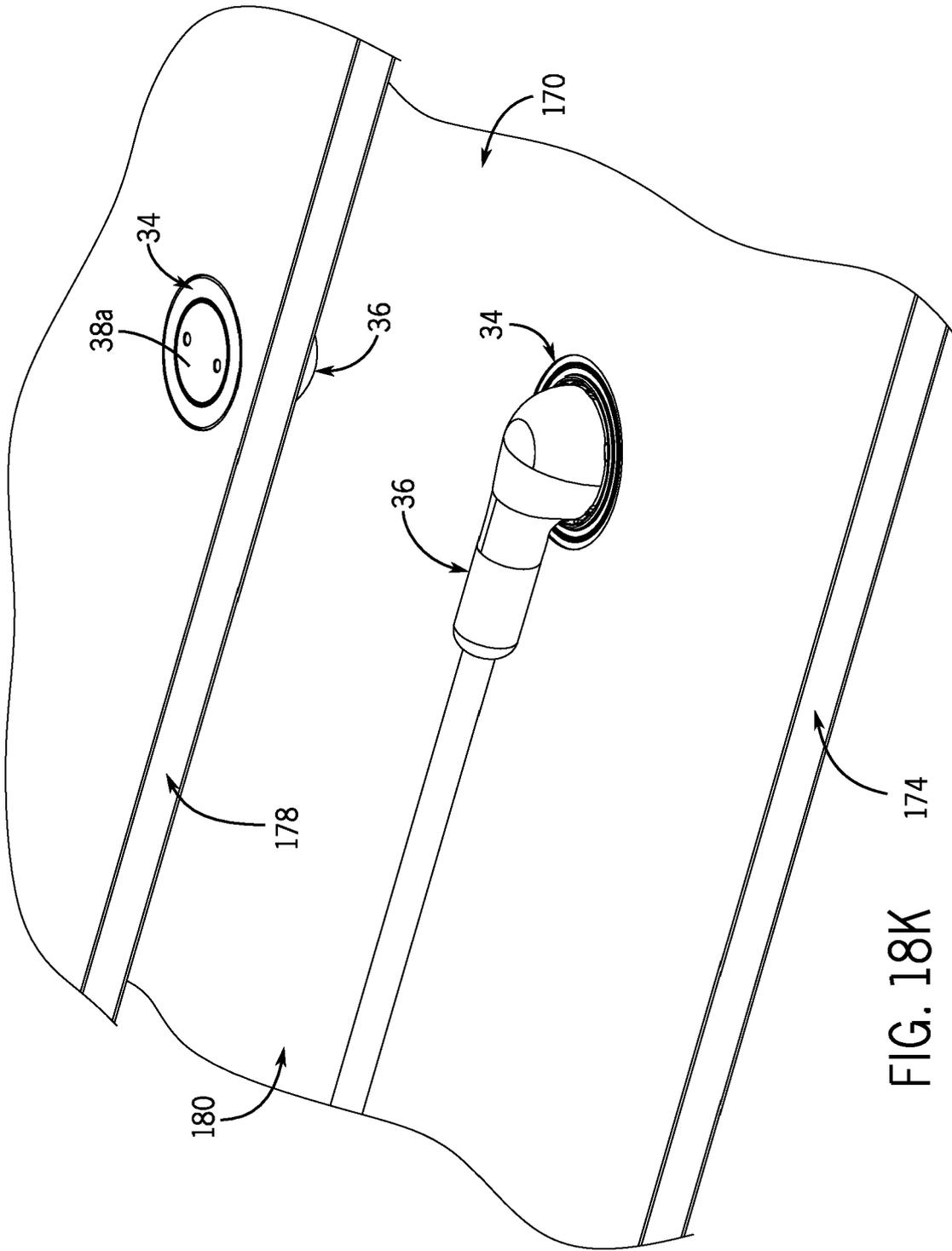


FIG. 18K