

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 375**

51 Int. Cl.:

**B64D 45/02** (2006.01)

**F16B 43/02** (2006.01)

**F16B 19/02** (2006.01)

**F16B 35/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.01.2014 PCT/US2014/010727**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO14130167**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2014 E 14702348 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2958804**

54 Título: **Fijaciones autoalineantes y encamisadas de cabeza protuberante con características de protección contra efectos electromagnéticos**

30 Prioridad:

**19.02.2013 US 201313770256**

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

**24.04.2019**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**WHITLOCK, RICHARD P.;  
CORONADO, PETER A.;  
MORDEN, SEAN D.;  
ROGERS, RANDALL A.;  
DREXLER, JULIE M.;  
PORTER, JOHN R. y  
BICKFORD, JEFFRY G.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 710 375 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

Fijaciones autoalineantes y encamisadas de cabeza protuberante con características de protección contra efectos electromagnéticos.

### Información sobre antecedentes

#### 5 Campo

Las realizaciones de la divulgación se refieren, en general, al campo de las tecnologías sobre fijaciones para las fijaciones metálicas empleadas en estructuras de materiales compuestos y, de manera más particular, a una fijación con una cabeza esférica conformada de modo que se acople con una arandela esférica que contiene un anillo polimérico sujeto mecánicamente a su base para crear un sistema de presión contenida que evita la eyección de partículas calientes y la formación de chispas en los bordes cuando hay rayos.

#### Antecedentes

La fabricación estructural que usa materiales compuestos sigue requiriendo fijaciones para muchas operaciones de ensamblaje. Las fijaciones metálicas son conductoras lo que genera consideraciones de diseño en cuanto a efectos electromagnéticos (EME) con respecto a la caída de rayos y otras cuestiones de EME. Se deben diseñar modos anti chispas en las fijaciones para situaciones con Rayos en las que se incluyen la Eyección de Partículas Calientes (HPE) y la formación de arcos entre una superficie externa de la cabeza de la fijación y otra estructura o las camisas de la fijación.

Cuando cae un rayo en una estructura de un Polímero Reforzado con Fibra de Carbono (CFRP), una parte significativa de la corriente puede pasar a las estructuras cercanas a través de las fijaciones. Cuando la energía eléctrica pasa entre dos superficies, el calentamiento por la resistencia de contacto puede descomponer los materiales y generar gases calientes (o plasma) en el orificio o en el espacio entre medias de una fijación y una fijación asociada roscada internamente, tal como una tuerca o una abrazadera frangible. Si la presión generada es lo bastante grande, el gas podría encontrar una ruta de baja presión y trasladarse desde el sistema de fijación hasta el interior de un área con combustible. Esa ruta a veces está en la superficie de debajo de la cabeza protuberante de la fijación. Estos gases de escape pueden estar lo bastante calientes como para erosionar las piezas metálicas (fijación o estructura) a medida que se escapan, creando partículas o gotitas conocidas como HPE.

Cuando cae un rayo la energía eléctrica es conducida entre las juntas estructurales y la energía pasa a través de las fijaciones metálicas. La cabeza protuberante de la fijación de algunas fijaciones ha experimentado la formación de arcos entre el borde de la cabeza de la fijación y la estructura que está en contacto con la cabeza. La formación de arcos puede presentarse entre la cabeza de la fijación y la estructura o entre la cabeza de la fijación y la camisa, si se está usando una fijación encamisada.

Los sistemas de fijación existentes normalmente requieren la instalación de la fijación a la que se añade el tiempo y mano de obra intensiva de los procesos de instalación de las tapas premoldeadas sobre las cabezas de las fijaciones u otros procedimientos tales como retirar los revestimientos dieléctricos de las superficies expuestas de las cabezas de las fijaciones.

Los documentos WO 2005/064771 y US 3.422.721 divulgan fijaciones que tienen cabezas de fijación y arandelas asociadas que se autoalinean por virtud de sus correspondientes superficies de contacto esféricas.

El documento WO 2012/107741 divulga la colocación de una tapa sobre la cabeza de una fijación. El documento EP 2 500 273 A muestra un sistema de fijación de la técnica anterior. Por lo tanto, resulta deseable proporcionar un sistema de fijación adecuado para aplicaciones estructurales de materiales compuestos que supere tanto el HPE como la formación de arcos a la vez que supera los inconvenientes de los procedimientos de instalación de fijaciones de la técnica anterior.

### Sumario

La invención consiste en un sistema de fijación de conformidad con la reivindicación 1 y en un método de conformidad con la reivindicación 13. Las realizaciones divulgadas en el presente documento proporcionan un sistema de fijación para estructuras de materiales compuestos que proporciona una protección contra la energía electromagnética y que incorpora una fijación con cabeza autoalineante (SAH) que tiene una cabeza con una superficie de conexión esférica y un vástago que se extiende desde la cabeza para su inserción a través de un orificio en una estructura de material compuesto y una arandela autoalineante y autosellante (SASS) que tiene una garganta que recibe el vástago y una superficie de acoplamiento esférica que se interconecta con la superficie de conexión esférica de la cabeza.

Las realizaciones permiten un método de instalación de un sistema de fijación con protección contra EME identificando un orificio en una estructura de material compuesto para la inserción de una fijación e insertando un cuerpo de una camisa en el orificio con una brida en contacto con la superficie de la estructura. Se inserta entonces una junta en un asiento de junta de una arandela SASS y la arandela SASS se posiciona sobre el orificio y la brida de la camisa con un resalto inferior en contacto con la brida de la camisa. Se inserta una fijación SAH en la camisa, expandiendo la camisa para un ajuste por interferencia tanto del cuerpo de la camisa con el vástago de la fijación SAH como del cuerpo de la camisa con un orificio en el material compuesto. Una superficie de conexión esférica en la cabeza de una fijación SAH se interconecta con una superficie de acoplamiento esférica de la arandela SASS para acomodar un desfase angular en la fijación SAH debido que el orificio no es ortogonal. Entonces, se aprieta una fijación roscada internamente en las roscas de un extremo de la fijación SAH. La fabricación de las realizaciones para un sistema de fijación con protección contra EME puede lograrse proporcionando un vástago de una fijación SAH con un ahusamiento en el vástago. Las roscas se aterraján en un primer extremo del vástago y se proporciona una cabeza que tiene una superficie de conexión esférica en un segundo extremo del vástago. Un contrataladro acoplable a una llave está provisto en el vástago para proporcionar un contra apriete y evitar que la fijación SAH gire. La fijación SAH está provista de un revestimiento dieléctrico. Una arandela SASS está provista de una garganta para recibir el vástago de la fijación SAH y una superficie de acoplamiento esférica para recibir la superficie de conexión de la cabeza de la fijación SAH. Un ensanchamiento en la garganta acomoda un desplazamiento angular del vástago. Se proporciona un asiento de junta para recibir una junta. Un resalto inferior está provisto en la arandela SASS por el interior del asiento de junta para que entre en contacto con una brida de la camisa. Se aplica un revestimiento dieléctrico sobre la arandela SASS excluyendo el resalto inferior. Se proporciona una camisa que tiene una brida que entra en contacto con el resalto inferior de la arandela SASS y un cuerpo para su inserción en un orificio estructural y para recibir el vástago de la fijación SAH.

Según un aspecto de la invención, se proporciona un método de fabricación de un sistema de fijación con protección contra EME que comprende: proporcionar un vástago de una fijación SAH; proporcionar un ahusamiento en el vástago; aterrajear roscas en un primer extremo del vástago; proporcionar una cabeza que tenga una superficie de conexión esférica sobre un segundo extremo del vástago; proporcionar un contrataladro acoplable a una llave en el vástago para apretar la fijación SAH; proporcionar a la fijación SAH un revestimiento dieléctrico; proporcionar una arandela SASS una garganta para recibir el vástago de la fijación SAH; proporcionar a la arandela SASS una superficie de acoplamiento esférica para recibir la superficie de conexión de la cabeza de la fijación SAH; proporcionar un ensanchamiento en la garganta para acomodar un desplazamiento angular del vástago; proporcionar un asiento de junta para acomodar una junta; proporcionar un resalto inferior en la arandela SASS por el interior del asiento de junta para que entre en contacto con la brida de la camisa; aplicar un revestimiento dieléctrico sobre la arandela SASS excluyendo el resalto inferior; y, proporcionar una camisa que tiene una brida que entra en contacto con el resalto inferior de la arandela SASS y un cuerpo para su inserción en un orificio estructural y recibir el vástago de la fijación SAH.

Las características, funciones y ventajas que se han expuesto se pueden alcanzar independientemente en diversas realizaciones de la presente divulgación o se pueden combinar en otras realizaciones, de las que se pueden ver más detalles con referencia a la siguiente descripción y los siguientes dibujos.

#### 40 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de flujo de la metodología de producción y servicio de una aeronave;

La figura 2 es un diagrama de bloques de una aeronave;

la Figura 3 es una vista en sección lateral de una primera realización de una fijación con protección contra EME;

la Figura 4A es una vista isométrica de la cabeza autoalineante del elemento de fijación;

45 la Figura 4B es una vista en sección lateral de la cabeza autoalineante del elemento de fijación;

la Figura 5A es una vista isométrica en sección de una arandela autoalineante y autosellante de acoplamiento con la primera realización de la Figura 3;

la Figura 5B es una vista en sección lateral de la arandela autoalineante y autosellante de acoplamiento de la Figura 5A;

50 la Figura 6A es una vista isométrica de la camisa;

la Figura 6B es una vista en sección lateral de la camisa;

la Figura 7A es una vista isométrica de la junta empleada con la arandela autoalineante y autosellante de acoplamiento de las Figuras 5A y 5B;

la Figura 7B es una vista en sección lateral de la junta de la Figura 7A;

la FIG. 8 es una vista en sección lateral de una segunda realización de una fijación con protección contra EME;

- 5 la FIG. 9A es una vista isométrica de una arandela autoalineante y autosellante de acoplamiento con la realización de la FIG. 8;

la FIG. 9B es una vista en sección lateral de la arandela autoalineante y autosellante de acoplamiento de la FIG. 9A;

la Figura 10A es una vista isométrica de una junta para la arandela autoalineante y autosellante de acoplamiento de las Figuras 9A y 9B;

- 10 la Figura 10B es una vista en sección lateral de la junta de la Figura 10A;

la Figura 11 es un diagrama de flujo de un método de implementación de los ejemplos de realización de fijaciones con protección contra EME; y

la Figura 12 es un diagrama de flujo de un método de fabricación de un sistema de fijación con protección contra EME.

## Descripción detallada

- 15 Las presentes realizaciones proporcionan una fijación de cabeza protuberante con protección contra EME con una cabeza esférica que se acopla con una arandela esférica que contiene un anillo polimérico sujeto mecánicamente a la base de la arandela esférica. Las piezas de acoplamiento generan un sistema de presión contenida para evitar HPE (chispas de alta energía) y la formación de chispas en los bordes cuando hay rayos. Además las fijaciones mostradas en las actuales realizaciones pueden instalarse dentro de un orificio de una estructura que está perforado con un
- 20 ángulo superior a 0 grados (es decir, no ortogonal a la superficie). La geometría esférica de las piezas de acoplamiento puede incorporar más espesor material para acomodar ángulos mayores (es decir, +/- 6°) o menos material para ahorrar en peso y acomodar ángulos más pequeños (es decir, +/- 2°). La geometría esférica reduce las cargas puntuales durante la sujeción y en consecuencia, evita que las piezas de acoplamiento se arañen para que no presenten problemas potenciales de rutas de enlace eléctrico. La instalación de la fijación sin requerimientos
- 25 adicionales de sellado o de procesamiento satisface los requisitos de protección contra rayos.

- Haciendo referencia, de manera más particular, a los dibujos, las realizaciones de la divulgación pueden describirse en el contexto del método 100 de fabricación y servicio de una aeronave, tal y como se muestra en la figura 1 y de una aeronave 102, tal y como se muestra en la figura 2. Durante la producción previa, el método 100 ejemplar puede incluir la especificación y el diseño 104 de la aeronave 102 y el abastecimiento de materiales 106. Durante la producción, se
- 30 lleva a cabo la fabricación 108 de componentes y subconjuntos y la integración de sistemas 110 de la aeronave 102. A continuación, la aeronave 102 puede pasar el proceso de certificación y entrega 112 para así entrar en servicio 114. Mientras un cliente la tiene en servicio, la aeronave 102 se somete a un programa de mantenimiento y servicio 116 rutinarios (que también puede comprender modificaciones, reconfiguraciones, reabastecimientos y demás).

- Cada uno de los procesos del método 100 lo puede realizar o llevar a cabo un integrador de sistemas, un tercero y/o una operadora (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistemas puede
- 35 incluir, sin limitaciones, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de los sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitaciones, cualquier número de proveedores, subcontratistas y distribuidores; y una operadora puede ser una aerolínea, una empresa de alquiler, una institución militar, una empresa de servicios y así sucesivamente.

- 40 Como se muestra en la Figura 2, la aeronave 102 producida mediante el método ejemplar 100 puede incluir un fuselaje 118 con una pluralidad de sistemas 120 y un interior 122. Los ejemplos de los sistemas 120 de alto nivel incluyen uno o más de entre un sistema de propulsión 124, un sistema eléctrico 126, un sistema hidráulico 126 y un sistema de control ambiental 130. Puede incluirse cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la invención pueden aplicarse a otras industrias, tal como la industria del automóvil.

- 45 Los aparatos y métodos aquí realizados pueden emplearse durante una cualquiera o más de las etapas del método 100 de producción y servicio. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 108 pueden fabricarse o manufacturarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 102 está en servicio. Asimismo, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método o una combinación de las mismas pueden utilizarse durante las etapas de producción 108 y 110, por ejemplo,
- 50 agilizándolo sustancialmente el ensamblaje o reduciendo el coste de una aeronave 102. De manera similar, una o más

realizaciones del aparato, realizaciones del método o una combinación de las mismas pueden utilizarse mientras la aeronave 102 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para mantenimiento y servicio 116.

Las realizaciones descritas en el presente documento proporcionan un sistema de fijación que proporciona una protección contra EME disponible para su uso según los requerimientos de ensamblaje en los métodos o sistemas de una aeronave, tal y como se definen en las Figuras 1 y 2 y como se ha descrito anteriormente o en cualquier ensamblado estructural similar. Como se muestra en la Figura 3, una primera realización del sistema de fijación 10 incorpora una fijación 12 de cabeza autoalineante (SAH) que se recibe en una arandela 14 autoalineante autosellante (SASS). Una camisa 16, insertada en un orificio 18 de ensamblaje de la estructura 20 en la que el sistema de fijación se va a emplear, recibe un vástago 22 de la fijación 12 SAH con roscas 24 en un primer extremo 26 de la fijación SAH recibida en una fijación 28 roscada internamente tal como una tuerca o una abrazadera frangible. Un contrataladro 30 de múltiples facetas o múltiples lóbulos, acoplable a una llave tal como una cabeza de contrataladro hexagonal en el vástago se emplea como receptáculo de una llave para apretar el sistema de fijación. Una junta 31 está provista entre la arandela 14 SASS y la estructura 20.

La fijación 12 SAH se muestra en detalle en las Figuras 4A y 4B. La cabeza 32 se extiende desde un segundo extremo 34 de la fijación 12 SAH hasta el extremo roscado 26 opuesto. Una superficie de conexión 36 de la cabeza se interconecta con una superficie de acoplamiento de la arandela SASS (que se describirá con más detalle con respecto a las Figuras 5A y 5B). La superficie de conexión 36 es sustancialmente esférica, proporcionando de ese modo una alineación con la arandela 14 SASS independiente de cualquier desplazamiento angular de la arandela o desplazamiento angular del vástago 22 de la fijación SAH debido a un orificio no ortogonal en la estructura. Para los ejemplos de realización, se emplea un radio esférico 38 que tiene un radio de aproximadamente 1,5 veces el diámetro del vástago 40 de fijación. Se proporciona un chafalán 42 de la periferia exterior de la cabeza 32 para que encaje con la superficie de la arandela SASS. Para las realizaciones ejemplares, la fijación SAH se fabrica a partir de una aleación de titanio 6AL-4V y está revestida de un revestimiento dieléctrico o eléctricamente aislante. En una realización ejemplar, el revestimiento es un revestimiento de resina epoxi adherida. Para las realizaciones ejemplares, un espesor relativo de la cabeza 44 de aproximadamente 0,6 veces el diámetro del vástago de la fijación proporciona la capacidad de aceptar un desplazamiento angular de +/- 6° mientras que un espesor reducido de la cabeza de aproximadamente 0,17 veces el diámetro del vástago admite un desplazamiento angular de +/- 2° con unos espesores adecuados de acoplamiento de la arandela 14 SASS como se describirá con más detalle posteriormente. La capacidad para acomodar el desplazamiento angular de la fijación debido a los orificios no ortogonales minimiza las cargas puntuales que podrían causar áreas de poco contacto y llevar a una posible rotura por alto voltaje mejorando de ese modo la protección contra EME que proporciona la realización.

Las figuras 5A y 5B muestran detalles de la arandela 14 SASS de la realización de la fijación mostrada en la Figura 3. La arandela 14 SASS tiene un diámetro externo 46 dimensionado para recibir la cabeza 32 de la fijación 12 SAH. El diámetro externo 46 es sustancialmente constante a lo largo del espesor 48 de la arandela SASS. Como se ha descrito anteriormente, una superficie de acoplamiento 50 de la arandela SASS que tiene una forma sustancialmente esférica se interconecta con la superficie de conexión 36 de la cabeza 32 de la fijación 12 SAH. Una garganta 52 recibe el vástago 22 de la fijación SAH y está provista de un ensanchamiento 54 para acomodar además un desplazamiento angular de la fijación. En otras realizaciones se puede emplear, como alternativa, un mayor diámetro de la garganta para acomodar el desplazamiento angular de la fijación. Como se ha descrito anteriormente, el espesor 48 de la arandela puede ajustarse en proporción al espesor de la cabeza de la fijación 32 para acomodar los ángulos deseados de desplazamiento angular y establecer un límite de desviación angular para la fijación SAH. En los ejemplos de realización, una relación del espesor de 0,67 veces el diámetro del vástago proporciona +/- 6° mientras que una reducción del espesor de 0,19 veces el diámetro del vástago proporciona +/- 2°. Un resalto inferior 56 de la arandela 14 SASS se interconecta con una brida 60 de la camisa 16 como se describirá con más detalle más adelante. Un asiento de junta 58 rodea el resalto inferior 56 para recibir la junta 31. La junta 31 rodea la periferia de la brida 60 de la camisa 16, que se describirá con más detalles con respecto a las Figuras 6A y 6B. El asiento 58 incluye un volumen de expansión 62, inclinado diametralmente hacia dentro, desde una superficie 64 de compresión para el acoplamiento de la junta 31 como se describirá de manera más pormenorizada con respecto a las Figuras 7A y 7B. Esta configuración mejora la estanqueidad para evitar fugas de cualquier gas que esté presente en el espacio entre la cabeza de la fijación y la estructura o entre la cabeza de la fijación y la camisa. Para las realizaciones ejemplares, la arandela 14 SASS se fabrica a partir de A286 CRES y también está provista de un revestimiento dieléctrico o eléctricamente aislante. Este revestimiento dieléctrico sobre la porción externa de la arandela SASS proporciona una barrera dieléctrica entre la parte inferior de la arandela y la estructura o camisa. El revestimiento dieléctrico evita la formación de arcos en el borde de la cabeza SAH de la fijación y la arandela SASS acopladas y la estructura y/o la camisa. El resalto inferior 56 se enmascara para impedir su revestimiento o el revestimiento se elimina proporcionando una superficie metálica desnuda. De manera similar, la superficie de conexión 36 y la superficie de acoplamiento 50 pueden estar enmascaradas para impedir el revestimiento o el revestimiento se puede eliminar para proporcionar una superficie metálica desnuda.

La camisa 16, que se ve mejor en las Figuras 6A y 6B se acopla con el vástago 22 de la fijación y permite su instalación por ajuste de interferencia en unos orificios del material compuesto. El diámetro interno (DI) 66 de un cuerpo 67 de la camisa es más pequeño que el diámetro 40 del vástago 22 de la fijación. La combinación de DI 66 y espesor 68 del

cuerpo 67 permite instalar la camisa 16 en el material compuesto sin provocar daños. La superficie del DI 66 de la camisa está lubricada y permite que la fijación 12 haga que la camisa 16 se expanda radialmente cuando el vástago 22 de la fijación se desliza dentro del cuerpo de la camisa 67 evitando que el material compuesto se dañe cuando aumenta el área de contacto entre el vástago de la fijación y el orificio 70 de la camisa, así como, de la camisa 16 y el orificio 18 de ensamblaje en la estructura. Se emplea un ahusamiento 72 o geometría de radio de entrada en el vástago 22 de la fijación (se observa mejor en las Figuras 4A y 4B) y un filete 74 entre la brida 60 y el cuerpo 67 de la camisa para mejorar el alineamiento de inserción de la fijación 12 SAH dentro de la camisa 16 y la expansión de la camisa. Una mayor área de contacto mejora la ruta eléctrica con la estructura de acoplamiento y minimiza holguras de aire que pueden desembocar en una HPE potencial. La brida 60 proporciona una superficie de contacto conductora para el resalto inferior 56 de la arandela SASS. La ausencia de revestimiento dieléctrico en el resalto inferior 56 de la arandela SASS mejora la conductividad entre la parte inferior de la arandela y la camisa. La ausencia de revestimiento mejora la ruta conductora de la energía transferida desde la camisa y evita la formación de cualquier arco en el borde de la cabeza de la fijación y la camisa. Además, la porción inferior de la camisa está revestida con un revestimiento dieléctrico o aislante para evitar la formación de arcos entre la camisa y el contrataladro de la fijación roscada internamente de acoplamiento, tal como una tuerca o abrazadera frangible.

Para las realizaciones ejemplares, la camisa 16 se fabrica a partir de A286 CRES. La superficie del DI 66 del cuerpo de la camisa 67 puede estar revestida de aluminio.

Las figuras 7A y 7B muestran detalles de un ejemplo de junta 31 para la realización de la Figura 3. La junta 31 tiene suficiente diámetro interno 76 para salvar el resalto inferior 56 de la arandela SASS y la brida 60 de la camisa 16. El diámetro externo 78 es sustancialmente el mismo que el diámetro 46 de la arandela SASS que proporciona un anillo de estanqueidad 80 para su acoplamiento entre la superficie de compresión 64 y la estructura 20. Un cordón angular 82 está provisto para recibirse en el volumen de expansión 62 inclinado de la arandela SASS. Para el ejemplo de realización, la junta es polimérica y rodea la porción externa de la arandela 14 SASS de modo que haya una junta entre la parte inferior de la arandela y la estructura o camisa. La junta dieléctrica evita la formación de cualquier arco en el borde de la cabeza en la unión entre la fijación SAH y la arandela SASS y entre la estructura y/o camisa además de mantener la HPE bajo control.

Una segunda realización del sistema de fijación 210 se muestra en la Figura 8. El sistema de fijación 210 incorpora una fijación 12 SAH sustancialmente idéntica a la descrita previamente con respecto a las Figuras 4A y 4B que se recibe en una arandela 214 autoalineante y autosellante (SASS). Una camisa 16, sustancialmente idéntica a la descrita previamente con respecto a las Figuras 6A y 6B, insertada en un orificio 18 de ensamblaje de la estructura 20 en la que el sistema de fijación se va a emplear, recibe el vástago 22 de la fijación 12 SAH con roscas 24 en un primer extremo 26 de la fijación SAH que se recibe en una fijación 28 roscada internamente, tal como una tuerca o una abrazadera frangible. Un contrataladro 30 de múltiples facetas o múltiples lóbulos, acoplable a una llave, tal como una cabeza hexagonal horadada en el vástago, se emplea para el contra apriete y evitar la rotación del sistema de fijación. Una junta 231 está provista entre la arandela 14 SASS y la estructura 20.

Las figuras 9A y 9B muestran detalles de la arandela 214 SASS de la realización de la fijación mostrada en la Figura 8. La arandela 214 SASS tiene un diámetro 246 dimensionado para recibir la cabeza 32 de la fijación 12 SAH. El diámetro de la arandela 214 se expande sobre el espesor 248 de la arandela SASS con una primera superficie cónica 260 y una segunda superficie cónica 262 que termina en un pie cilíndrico 264. Al igual que en la realización anterior, una superficie de acoplamiento 250 de la arandela SASS que tiene una forma sustancialmente esférica se interconecta con la superficie de conexión 36 de la cabeza 32 de la fijación 12 SAH. Una garganta 252 recibe el vástago 22 de la fijación SAH y está provista de un ensanchamiento 254 para acomodar además un desplazamiento angular de la fijación. Como se ha descrito anteriormente, el espesor 248 de la arandela puede ajustarse en proporción al espesor de la cabeza de la fijación 32 para acomodar los ángulos deseados de desplazamiento angular. Un resalto inferior 256 de la arandela SASS 214 se interconecta con la brida 60 de la camisa 16, como se ha descrito previamente. Un asiento de junta 258 rodea el resalto inferior 256 para recibir la junta 231. La junta 231 rodea la periferia de la brida 60 de la camisa 16. El asiento 258 está por el interior del pie 264 para el acoplamiento de la junta 231 que se describirá con más detalle con respecto a las Figuras 10A y 10B. Esta configuración mejora aún más la estanqueidad para evitar fugas de cualquier gas presente en el espacio que hay entre la cabeza de la fijación y la estructura o entre la cabeza de la fijación y la camisa. Para las realizaciones ejemplares, la arandela SASS 214 se fabrica a partir de A286 CRES y también está provista de un revestimiento dieléctrico. Este revestimiento dieléctrico sobre la porción externa de la arandela SASS proporciona una barrera dieléctrica entre la parte inferior de la arandela y la estructura o camisa. El revestimiento dieléctrico evita la formación de arcos en el borde de la cabeza SAH de la fijación y la arandela SASS acopladas y la estructura y/o la camisa. El resalto inferior 256 se enmascara para impedir su revestimiento o el revestimiento se elimina para producir una superficie metálica desnuda. De manera similar, la superficie de conexión 36 y la superficie de acoplamiento 250 pueden estar enmascaradas para impedir el revestimiento o el revestimiento se puede eliminar para proporcionar una superficie metálica desnuda.

La junta 231 para la realización de la Figura 8 se muestra en detalle en las Figuras 10A y 10B. La junta 31 es una junta tórica modificada que tiene un diámetro 266 dimensionado para que esta se reciba en el asiento 258 de junta. El cordón rectangular superior 268 y el cordón rectangular inferior 270 son unas líneas de separación inherentes a la

fabricación del material.

Las realizaciones divulgadas en el presente documento se emplean para la fijación con protección contra EME en un método como el descrito en la Figura 11. Se identifica un orificio en una estructura de material compuesto para la inserción de una fijación, etapa 1102. Se inserta el cuerpo de una camisa en el orificio con una brida en contacto con la superficie de la estructura, etapa 1104. Se inserta una junta en un asiento de junta en una arandela SASS, etapa 1105 y la arandela SASS se posiciona sobre el orificio y la brida de la camisa con un resalto inferior en contacto con la brida de la camisa, etapa 1106 y se inserta una fijación SAH en la camisa, etapa 1107, guiada por una conexión fileteada entre la brida de la camisa y el cuerpo de la camisa y una sección ahusada en el vástago de la fijación SAH, la camisa se expande para un ajuste por interferencia tanto entre el cuerpo de la camisa y el vástago de la fijación SAH como entre el cuerpo de la camisa y el orificio del material compuesto, etapa 1108. Una superficie de conexión esférica de la cabeza de una fijación SAH se interconecta con una superficie de acoplamiento esférica de la arandela SASS, etapa 1110, para acomodar un desfase angular en la fijación SAH debido a que el orificio no es ortogonal. Una fijación roscada internamente, tal como una tuerca o abrazadera frangible, se aprieta en las roscas de un extremo de la fijación SAH empleando un contrataladro de múltiples facetas o múltiples lóbulos, acoplable a una llave tal como un orificio de cabeza hexagonal en el vástago de la fijación, etapa 1112.

La fabricación de un sistema de fijación con protección contra EME puede efectuarse tal y como se muestra en la Figura 12. Se proporciona un vástago de la fijación SAH en la etapa 1202 y se proporciona un ahusamiento en el vástago, etapa 1204. Se aterran unas roscas en un primer extremo del vástago, etapa 1206, y una cabeza que tiene una superficie de conexión esférica está provista en un segundo extremo del vástago, etapa 1208. Un contrataladro de múltiples facetas o múltiples lóbulos, acoplable con una llave está provisto en el vástago para un contra apriete y evitar la rotación de la fijación SAH, etapa 1210. La fijación SAH está provista de un revestimiento dieléctrico, etapa 1212. Una arandela SASS está provista de una garganta para recibir el vástago de la fijación SAH, etapa 1214 y provista de una superficie de acoplamiento esférica para recibir la superficie de conexión de la cabeza de la fijación SAH, etapa 1216. Un ensanchamiento está provisto en la garganta para acomodar el desplazamiento angular del vástago, etapa 1218. Un asiento de junta está provisto para acomodar una junta, etapa 1220. Un resalto inferior está provisto en la arandela SASS por el interior del asiento de junta, etapa 1222, para que entre en contacto con la brida de la camisa. Un revestimiento dieléctrico se aplica sobre la arandela SASS excluyendo el resalto inferior, etapa 1224. Está provista una camisa que tiene una brida para entrar en contacto con el resalto inferior de la arandela SASS y un cuerpo para su inserción en un orificio estructural y recibir el vástago de la fijación SAH, etapa 1226.

Tras haber descrito las diversas realizaciones de la divulgación en detalle, de conformidad con los requisitos de la legislación sobre patentes, los expertos en la materia identificarán modificaciones y sustituciones en las realizaciones específicas que se divulgan en el presente documento. Tales modificaciones se encuentran dentro del alcance e intención de la presente divulgación tal y como se define en las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de fijación para proporcionar una protección contra la energía electromagnética en combinación con una estructura de material compuesto (20);  
comprendiendo la estructura de material compuesto un orificio (18) de ensamblaje a través del mismo;  
5 comprendiendo el sistema de fijación:
- una fijación (12) con cabeza autoalineante (SAH) **caracterizado por que** la fijación tiene una cabeza (32) con una superficie (36) de conexión esférica y un vástago (22) que se extiende desde la cabeza para su inserción a través del orificio (18) de ensamblaje en la estructura de material compuesto (20);  
10 una arandela (14) autoalineante y autosellante (SASS) que tiene una garganta (52) que recibe el vástago (22) y una superficie (50) de acoplamiento esférica que se interconecta con la superficie (36) de conexión esférica de la cabeza; y  
una camisa (16) recibida en el orificio (18) de ensamblaje y configurada para recibir el vástago (22) de la fijación (12) SAH, teniendo dicha camisa (16) una brida (60) y un cuerpo (67), estando dicho cuerpo (67) dimensionado para su inserción en dicho orificio (18) y configurado para expandirse cuando se inserta dicho vástago (22) para un ajuste por interferencia.  
15
2. El sistema de fijación según se define en cualquier reivindicación anterior en donde la arandela (14) SASS además incorpora un ensanchamiento (54) en la garganta (52) para acomodar el desplazamiento angular del vástago (22) de la fijación SAH.
3. El sistema de fijación según se define en cualquier reivindicación anterior, en donde la arandela (14) SASS además comprende un asiento de junta (58) y además comprende una junta (31) recibida en el asiento de junta.  
20
4. El sistema de fijación según se define en cualquier reivindicación anterior, en donde el vástago (22) de la fijación SAH presenta un ahusamiento (72) para que la camisa (16) se expanda cuando este se inserta.
5. El sistema de fijación según se define en la reivindicación 4, en donde la brida (60) y el cuerpo (67) de la camisa (16) se reúnen en un filete (74) para alinear la inserción del vástago (22) de fijación SAH.
- 25 6. El sistema de fijación según se define en cualquier reivindicación anterior, en donde la arandela (14) SASS incorpora un resalto inferior (56) que se acopla a la brida (60) de la camisa (16).
7. El sistema de fijación según se define en cualquier reivindicación anterior, en donde el espesor de la cabeza (32) de la fijación SAH y de la arandela (14) SASS están predeterminados para establecer un límite de desviación angular para el vástago (22) de fijación SAH.
- 30 8. El sistema de fijación según se define en la reivindicación 7, en donde el espesor de la cabeza (32) de la fijación SAH está en un intervalo de 0,17 a 0,6 veces un diámetro del vástago (22) y el espesor de la arandela (14) SASS está en el intervalo de 0,19 a 0,67 veces un diámetro del vástago (22) para proporcionar un intervalo de desviación angular de entre +/- 2° a +/- 7°.
9. El sistema de fijación según se define en cualquier reivindicación anterior, en donde la arandela (14) SASS incorpora un asiento de junta (258) por el interior de un pie cilíndrico (264) y que además comprende una junta (231) recibida en el asiento de junta.  
35
10. El sistema de fijación según se define en la reivindicación 9, en donde la junta (231) comprende una junta tórica polimérica que tiene unos cordones rectangulares (268, 270) superior e inferior.
11. El sistema de fijación según se define en cualquier reivindicación anterior, en donde la arandela (14) SASS incorpora un asiento de junta (58) que se extiende desde un diámetro externo (46) que tiene un volumen de expansión (62), inclinado diametralmente hacia dentro, desde una superficie (64) de compresión y que además comprende una junta (31) recibida en el asiento de junta, comprendiendo dicha junta (31) un anillo de estanqueidad (80) configurado para disponerse entre la superficie (64) de compresión y la estructura, así como un cordón angular (82) configurado para recibirse en el volumen de expansión (62) inclinado de la arandela (14) SASS.  
40
12. El sistema de fijación según se define en la reivindicación 11, en donde el anillo de estanqueidad (801) es un anillo rectangular.  
45
13. Un método para instalar un sistema de fijación con protección contra EME, que comprende:

## ES 2 710 375 T3

- identificar un orificio en una superficie de una estructura de material compuesto para la inserción de una fijación (1102);  
insertar un cuerpo de una camisa en el orificio con una brida en contacto con la superficie de la estructura (1104);  
insertar una junta en un asiento de junta de una arandela SASS (1105);  
5    posicionar la arandela SASS sobre el orificio y la brida de la camisa con un resalto inferior en contacto con la brida de camisa (1106);  
insertar una fijación SAH en la camisa (1107);  
expandir la camisa para un ajuste por interferencia tanto entre el cuerpo de la camisa y el vástago de la fijación SAH como entre el cuerpo de la camisa y el orificio compuesto (1108);  
10   interconectar una superficie de conexión esférica de la cabeza de una fijación SAH con una superficie de acoplamiento esférica de la arandela SASS para acomodar un desfase angular en la fijación SAH debido a que el orificio (1110) no es ortogonal; y,  
apretar una fijación roscada internamente sobre las roscas de un extremo de la fijación SAH (112).
14. El método de la reivindicación 13 en donde la inserción la fijación SAH en la camisa está guiada por una conexión fileteada (74) entre la brida de la camisa y el cuerpo de la camisa y una sección ahusada (72) del vástago de una fijación SAH.
- 15

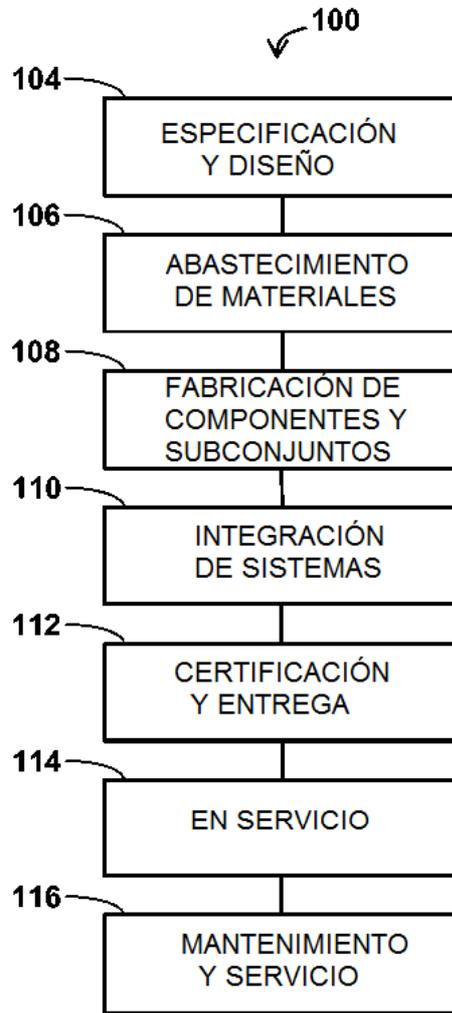


FIG. 1

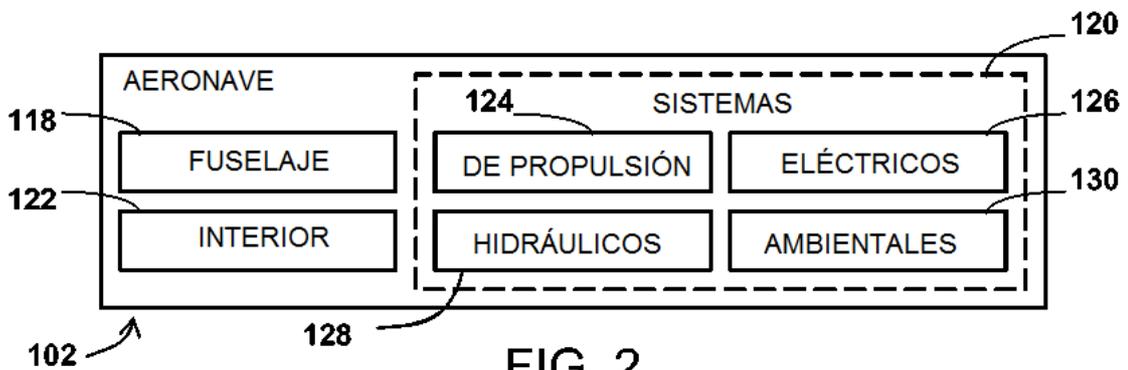


FIG. 2

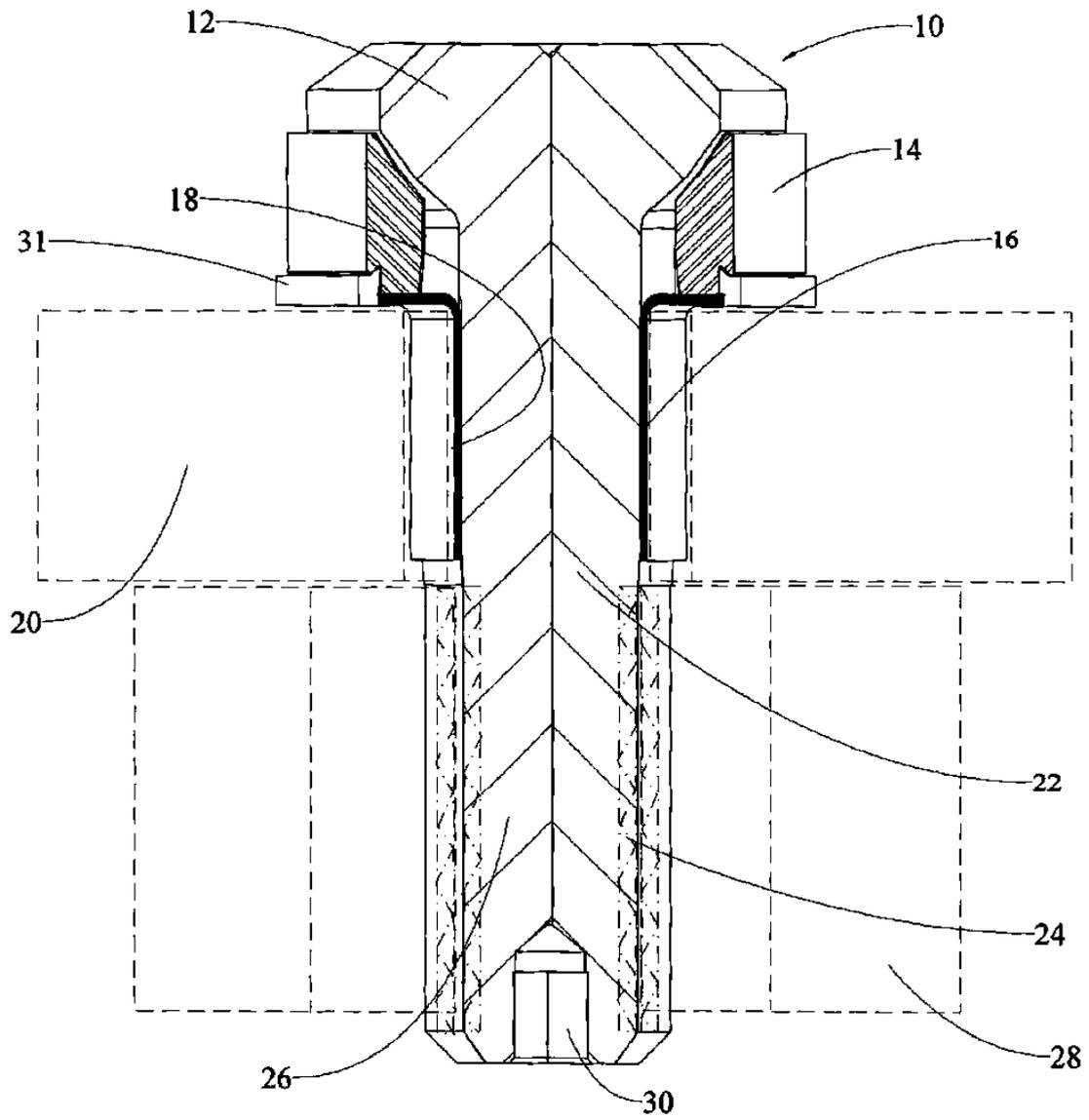


FIG. 3

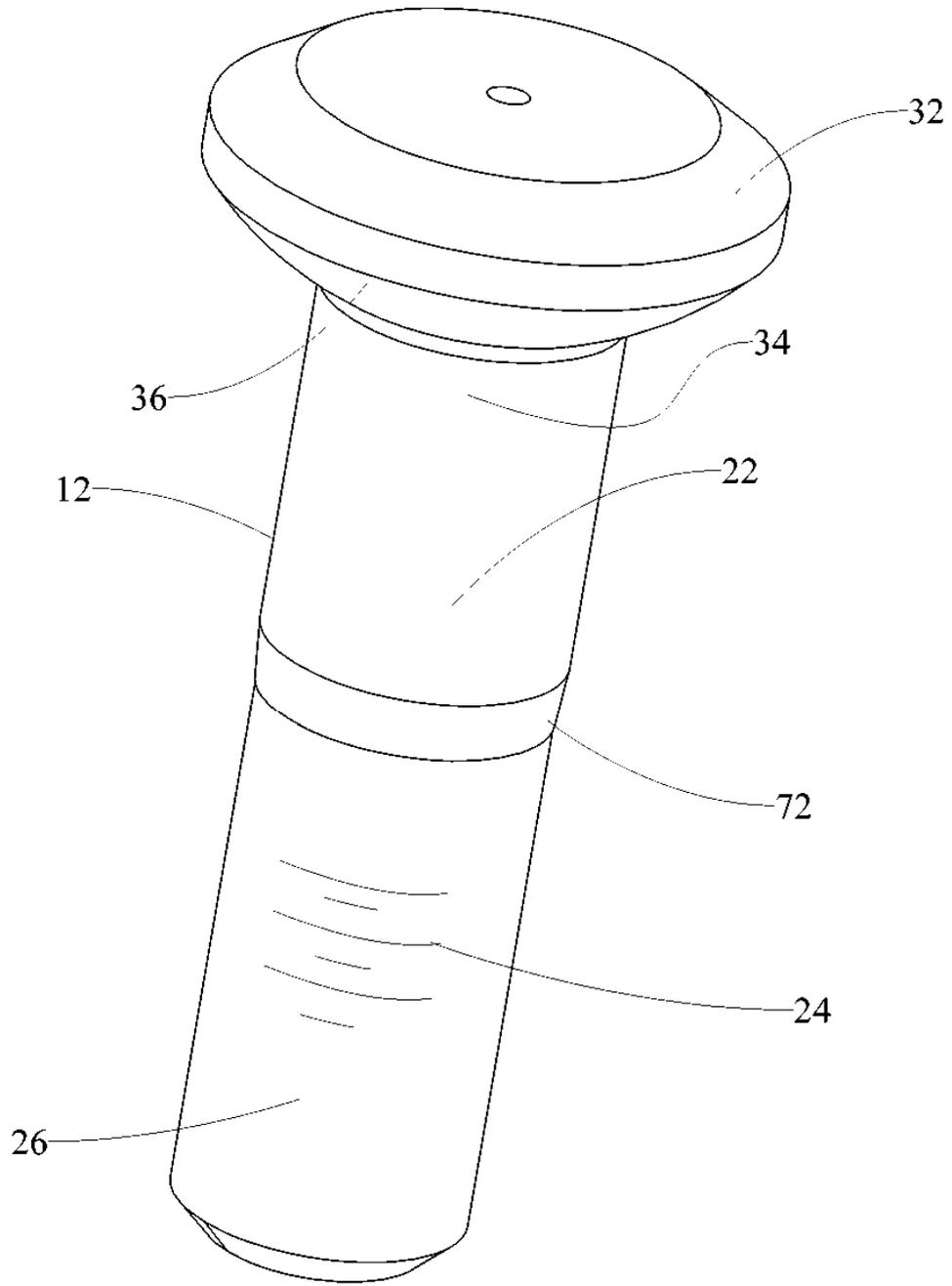


FIG. 4A

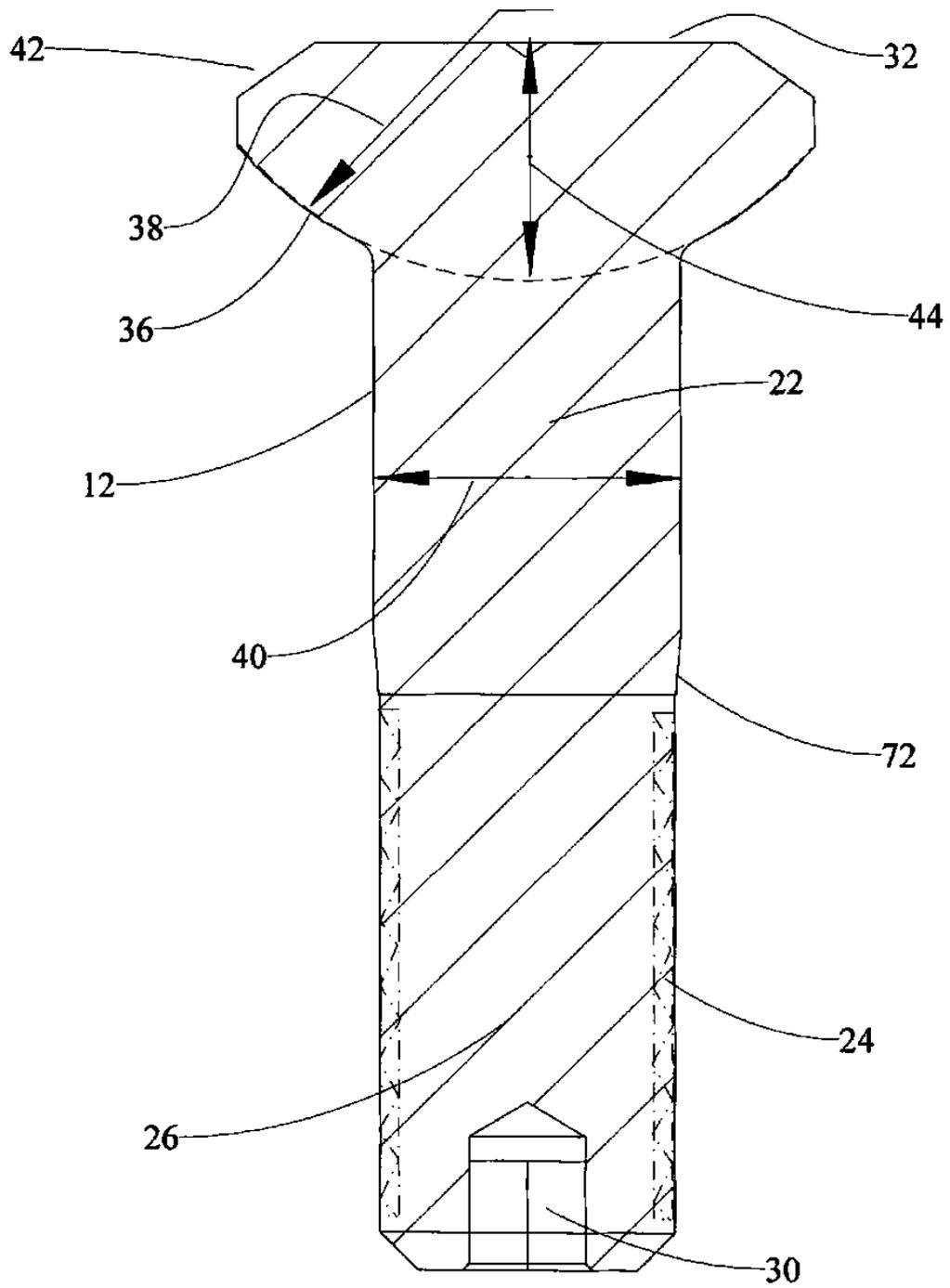
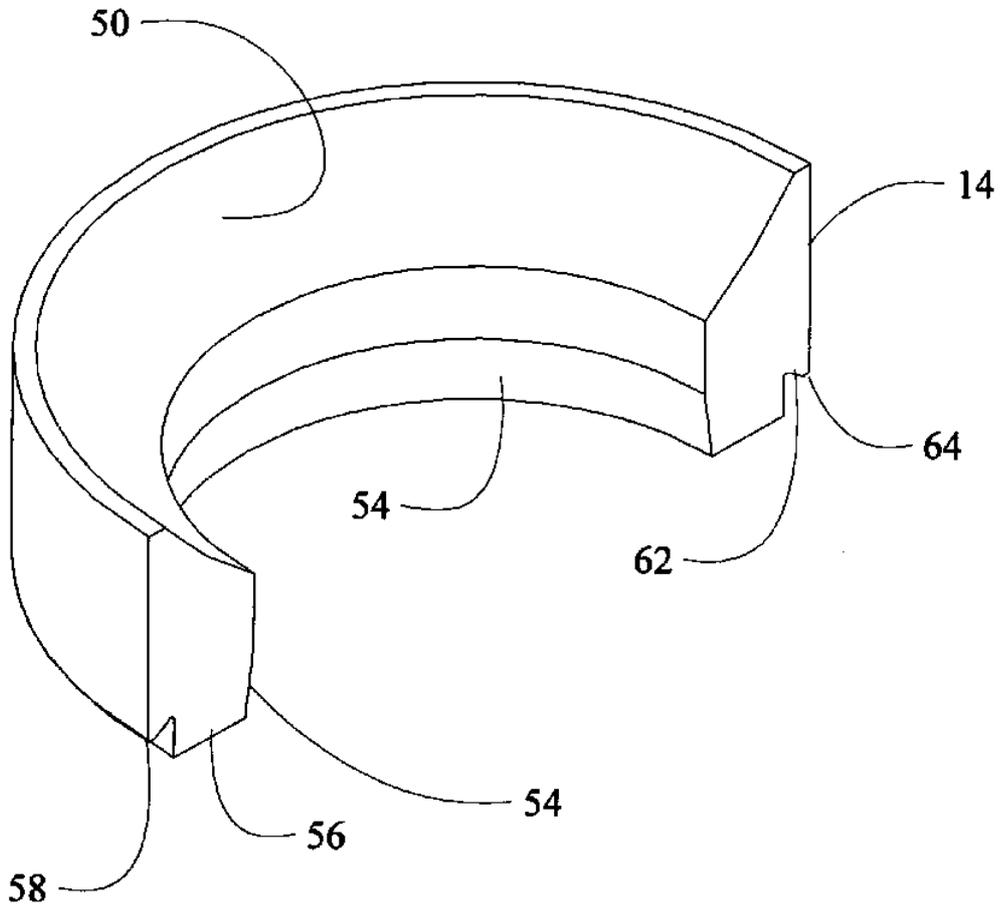


FIG. 4B



**FIG. 5A**

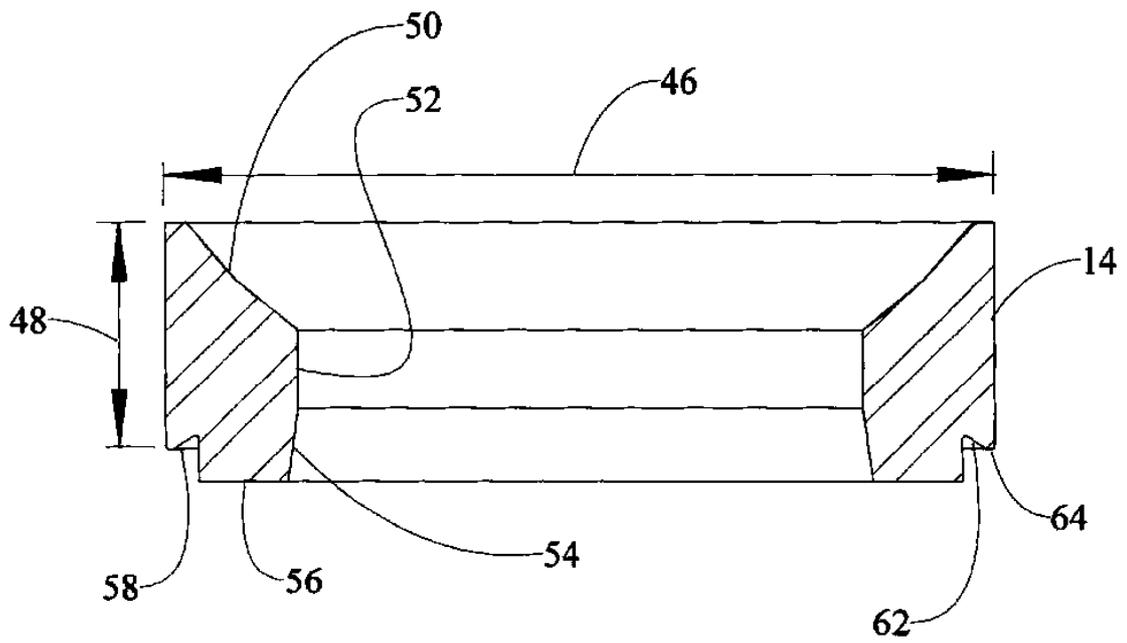
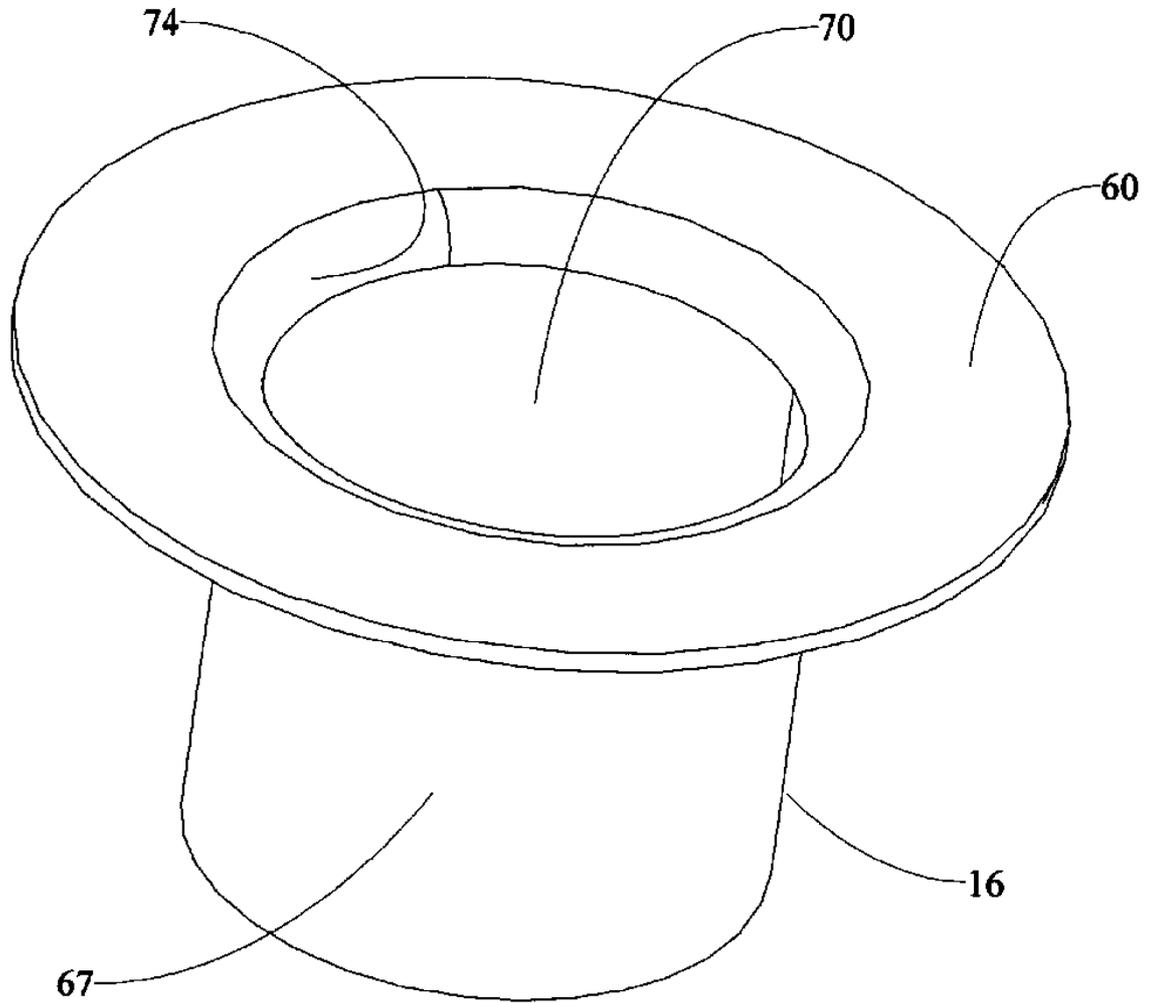


FIG. 5B



**FIG. 6A**

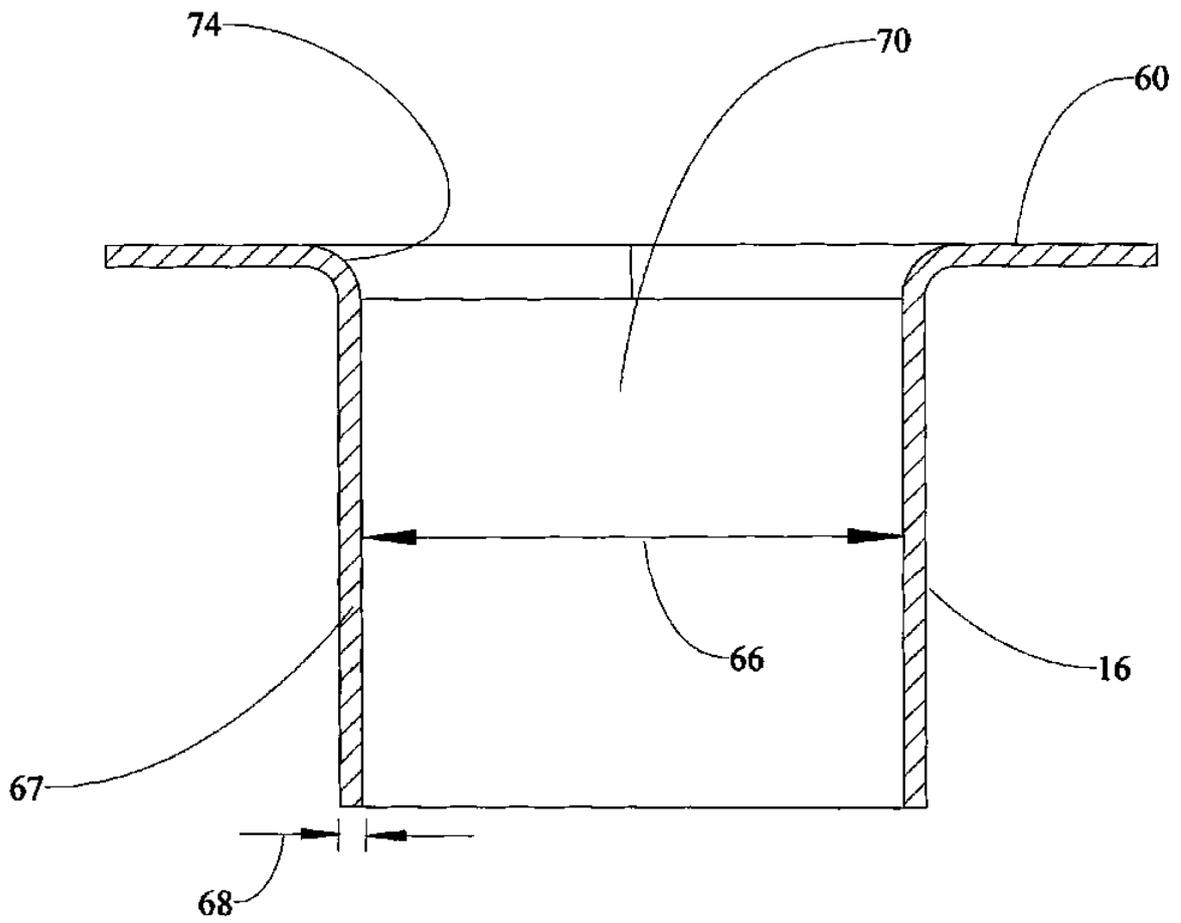


FIG. 6B

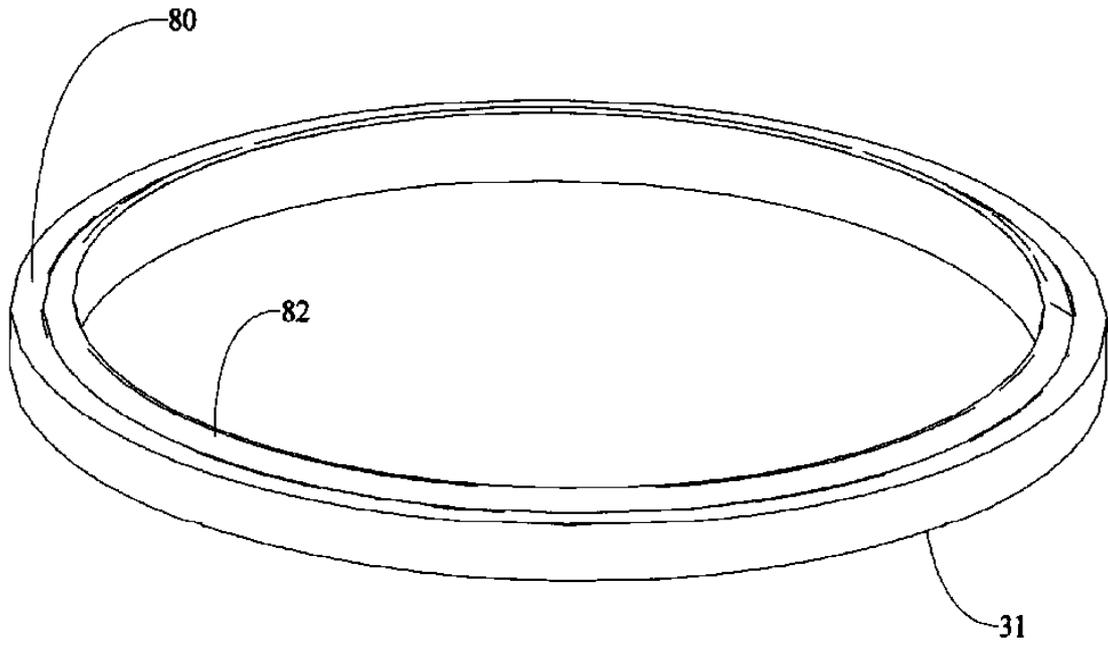


FIG. 7A

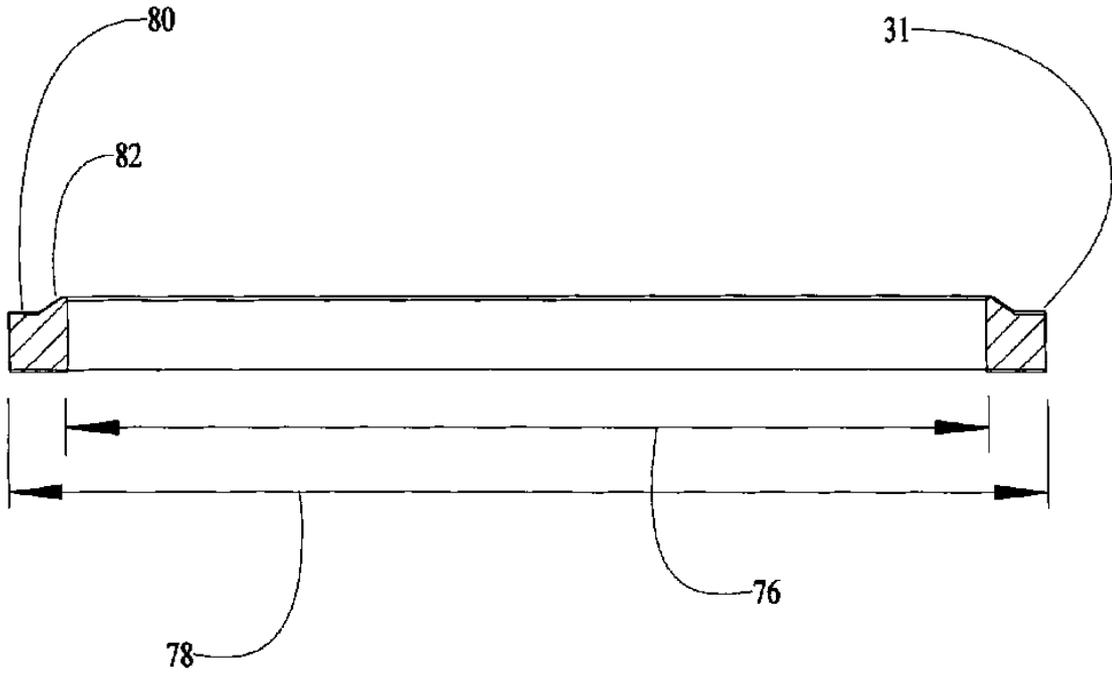


FIG. 7B

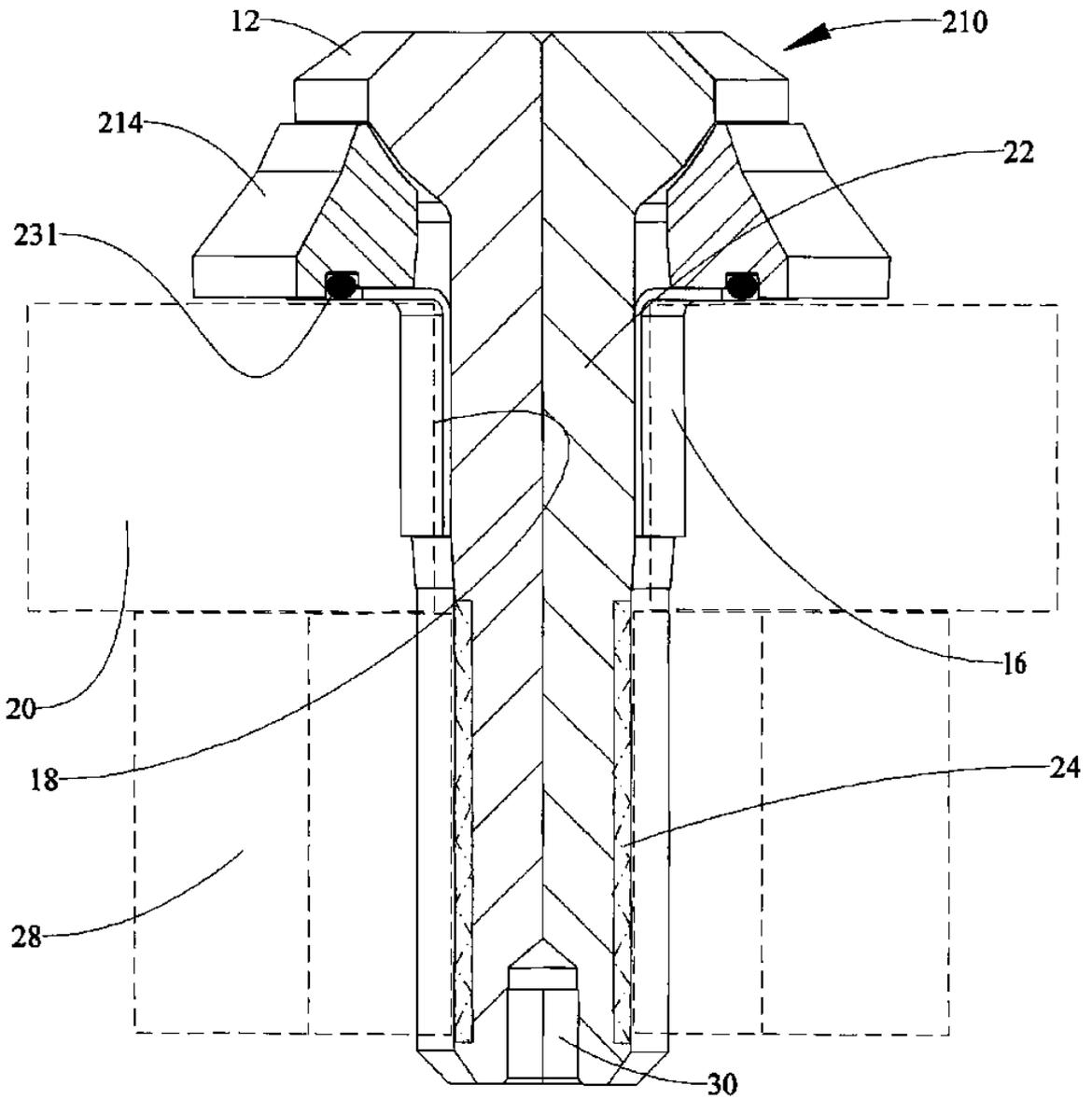
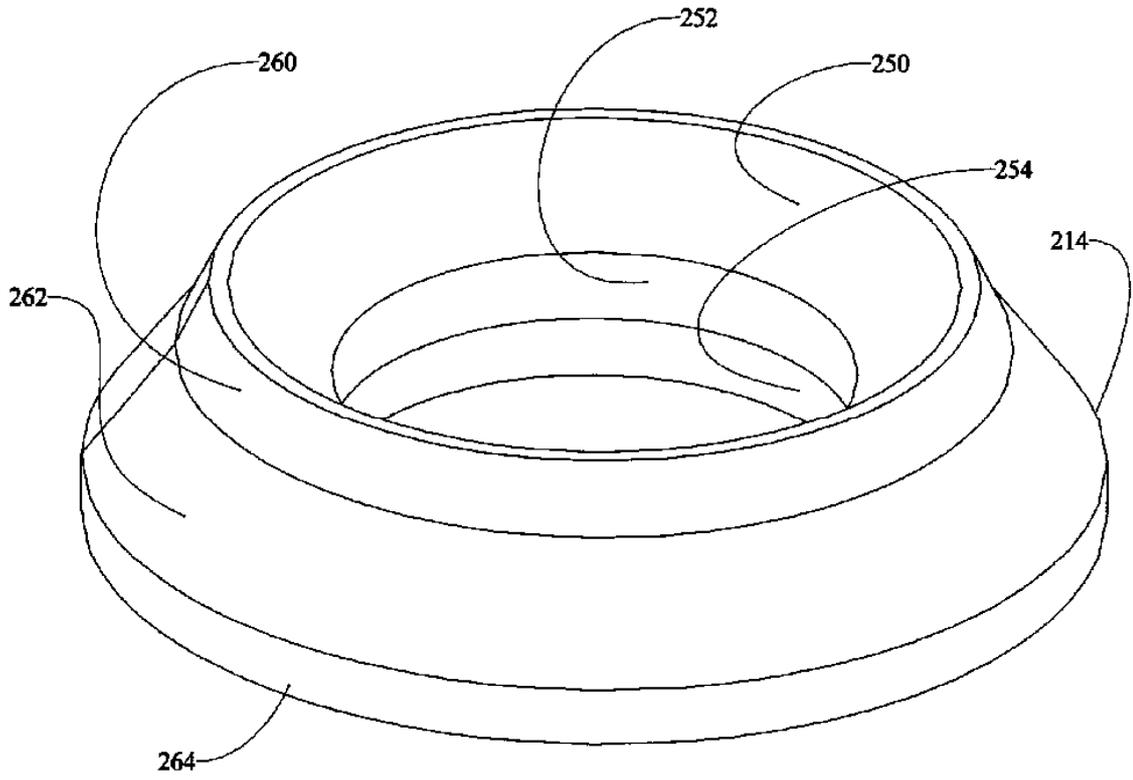


FIG. 8



**FIG. 9A**

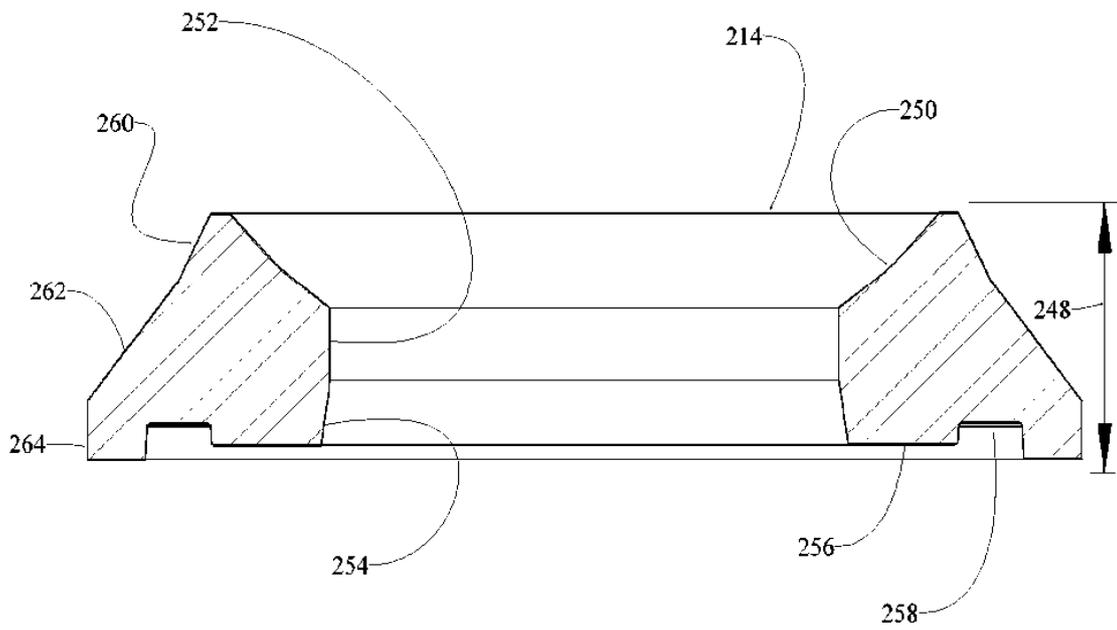


FIG. 9B

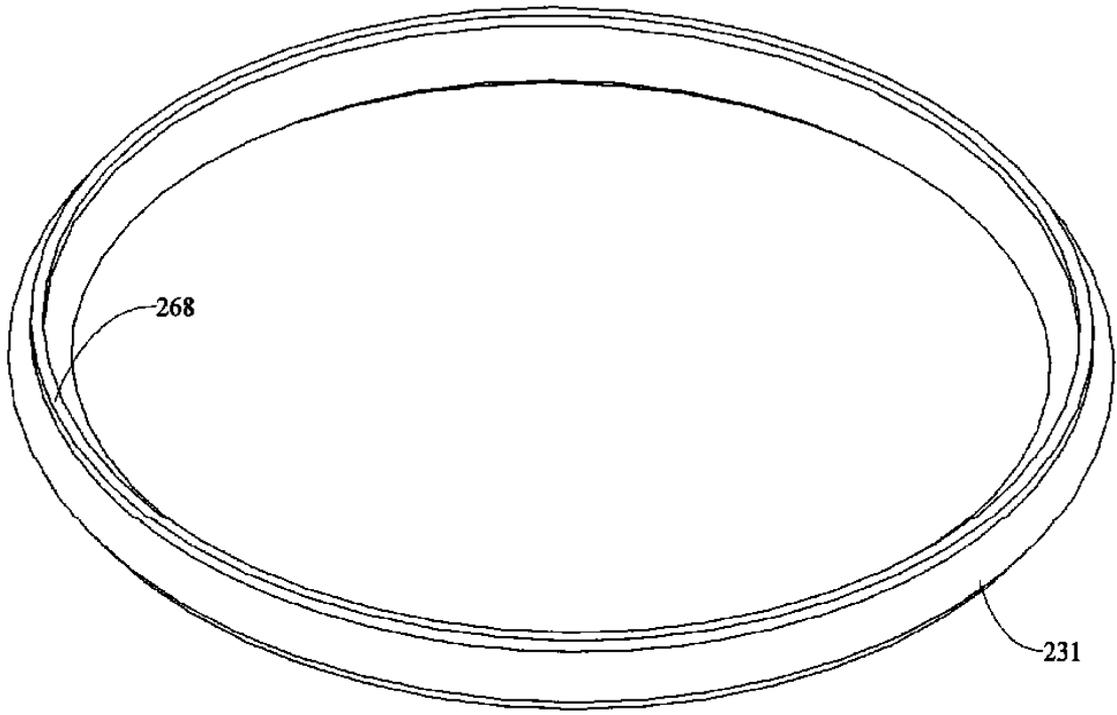


FIG. 10A

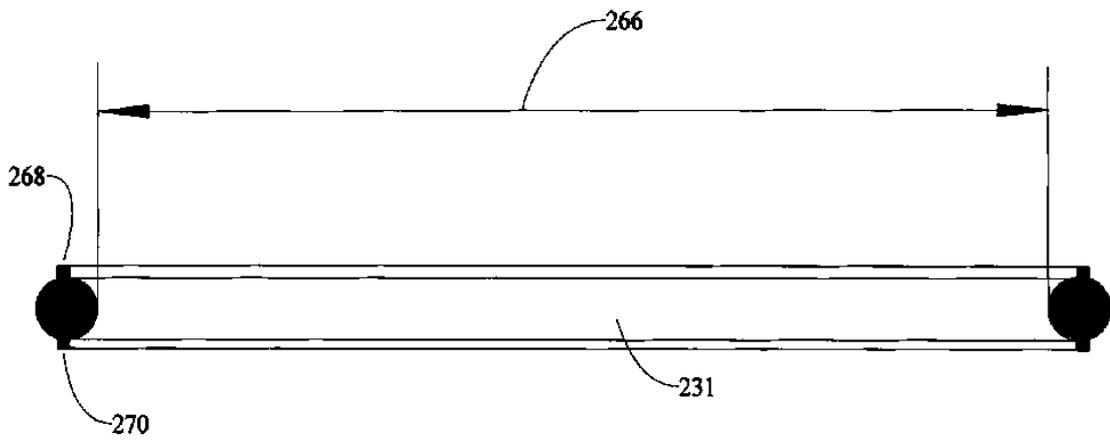


FIG. 10B

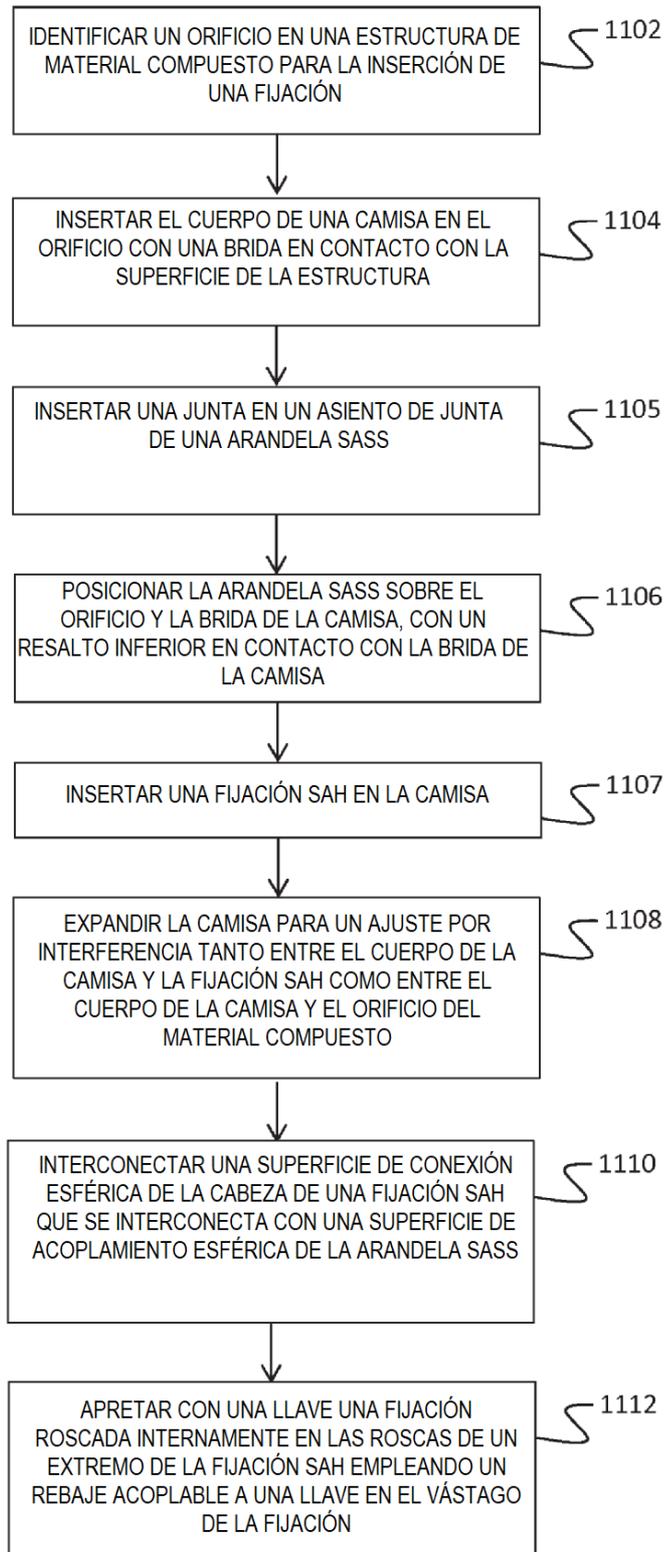


FIG. 11

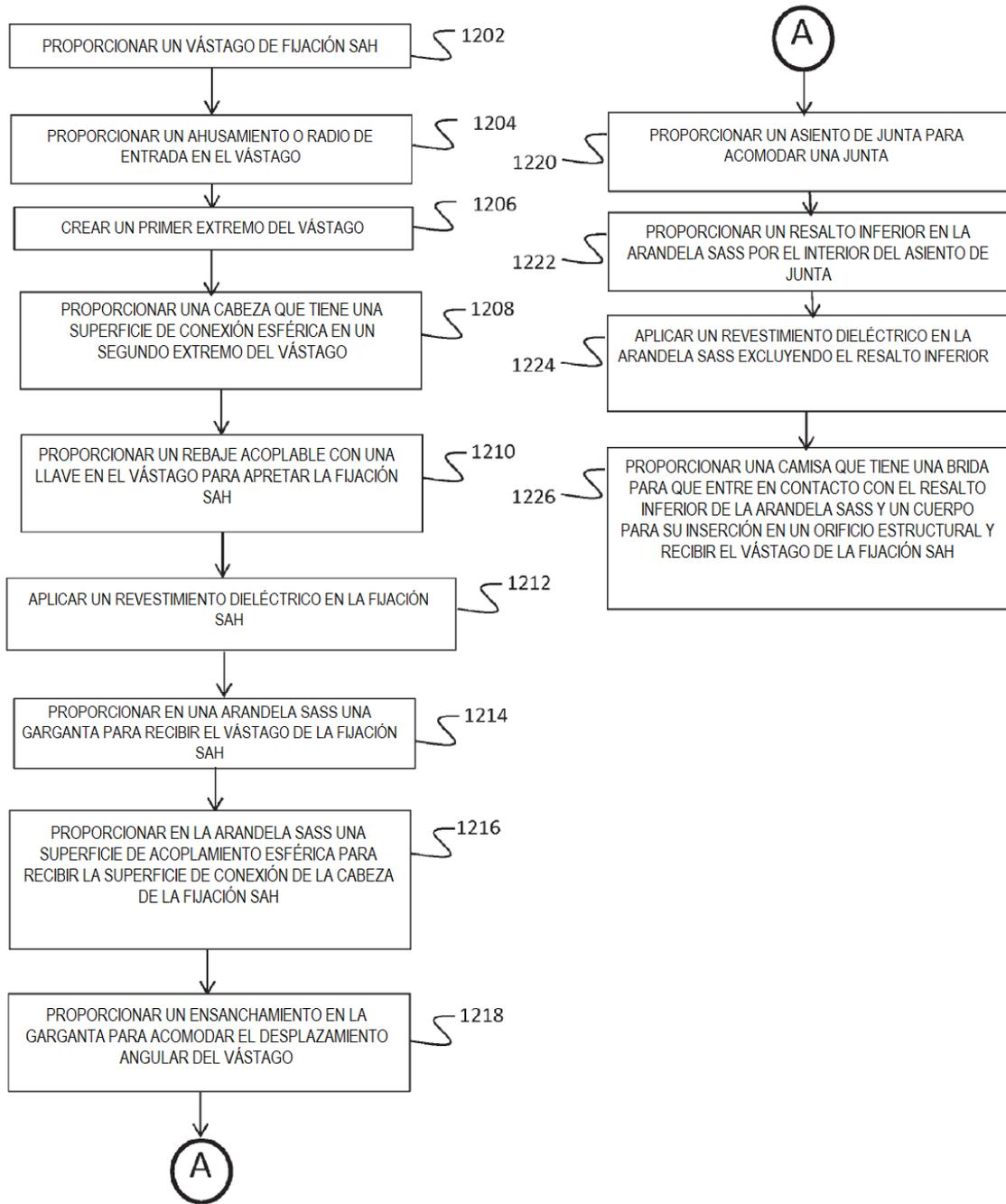


FIG. 12