

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 571**

51 Int. Cl.:

*F16B 33/00* (2006.01)

*F16B 1/00* (2006.01)

*F16B 35/04* (2006.01)

*F16B 39/02* (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2017 E 17167266 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3239542**

54 Título: **Sujetador relleno de resina expandible, sistema de sujetador y método para estructuras compuestas**

30 Prioridad:

**28.04.2016 US 201615141643**

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

**24.03.2021**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**LE, QUYNH GIAO N;  
GREGOR, ROBERT B y  
WHITING, BRENT A**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 813 571 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**

Sujetador relleno de resina expandible, sistema de sujetador y método para estructuras compuestas

Antecedentes

1) Campo de divulgación

5 La divulgación se refiere en general a sujetadores, sistemas de sujetador y métodos para estructuras compuestas, y más particularmente a sujetadores de ajuste de holgura conforme, expandibles, sistemas de sujetador y métodos que proporcionan una conductividad y contacto eléctricos mejorados con estructuras compuestas, tales como estructuras de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP), tales como para uso en aeronaves.

2) Descripción de la técnica relacionada

10 Las estructuras compuestas, tales como las estructuras de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP), pueden utilizarse en una amplia diversidad de aplicaciones, que incluye la fabricación de aeronaves, naves espaciales, helicópteros, embarcaciones, automóviles, camiones y otros vehículos y estructuras, debido a su alta relación resistencia a peso, resistencia a la corrosión y otras propiedades favorables. Las estructuras compuestas, tales como las estructuras de CFRP, están hechas típicamente de un material compuesto que comprende un material de matriz, tal como una resina, reforzada con material de fibra, tal como la fibra de carbono. La resina en general no es conductiva de manera eléctrica, en contraste con el material de fibra.

15 Un buen contacto eléctrico entre las alas de aeronaves de compuesto, el fuselaje u otras estructuras de la aeronave, y los sujetadores de metal, es decir, los pernos de metal, utilizados para asegurar partes de dichas estructuras entre sí, es importante para proporcionar conductividad eléctrica y distribución o disipación de corriente, tal como en el caso de un impacto de rayo u otros efectos electromagnéticos y eventos eléctricos, con el fin de que la corriente eléctrica a partir del rayo se distribuya o disipe y se conduzca a tierra a través de las juntas sujetadas y a través de la superficie de la estructura compuesta. Si el contacto eléctrico entre los sujetadores de metal y dichas estructuras de aeronaves compuestas, por ejemplo, revestimientos de ala de compuesto, es inadecuado, la corriente eléctrica a partir del rayo puede no disiparse, puede permanecer cerca de los sujetadores impactados y puede conducirse hacia la sub estructura y posiblemente a un tanque de combustible en el ala, donde pueden producirse descargas o chispas no deseadas como resultado de un arco eléctrico, y/o partículas de plasma caliente expulsadas a partir de las juntas debido a la descomposición de los sistemas de material, lo que conduce a una posible fuente de ignición en un entorno de combustible.

20 Existen sistemas y métodos conocidos para prevenir o mitigar la descarga y los efectos de los impactos del rayo en tanques de combustible del ala compuesta de la aeronave y otras estructuras compuestas de aeronave. Dichos sistemas y métodos conocidos incluyen la aplicación de sellantes aislantes de manera eléctrica y el uso de sellos de tapa de sujetador para cubrir los sujetadores de metal en los tanques de combustible de ala de compuesto de la aeronave, para contener la descarga en la junta de sujetador.

25 Sin embargo, dichos sellantes aislantes de manera eléctrica conocidos pueden ser pesados, y dichas tapas de sello de sujetador conocidas pueden ser diversas en número, y ambos pueden agregar peso a la aeronave, lo cual puede resultar en un rendimiento reducido y un aumento del consumo de combustible, y, a su vez, puede aumentar los costes de combustible. Además, dichos sellantes aislantes de manera eléctrica conocidos y las tapas de sello de sujetador pueden requerir mucho tiempo y mano de obra para aplicar o instalar e inspeccionar en las alas de compuesto de la aeronave y los tanques de combustible, u otras estructuras de la aeronave, lo cual, a su vez, puede aumentar el tiempo de fabricación e inspección e aumentar los costes laborales.

30 Además, existen sujetadores y sistemas de sujetador conocidos que logran un buen contacto eléctrico entre las estructuras de aeronaves compuestas, tales como los revestimientos de ala compuesta, y los sujetadores de metal utilizados para asegurar dichas estructuras, y que reducen el potencial de descargas o chispas no deseadas en los tanques de combustible del ala de compuesto de la aeronave. Dichos sujetadores y sistemas de sujetador conocidos incluyen el uso de sujetadores de ajuste de interferencia que emplean un manguito de acero resistente a la corrosión (CRES) a través del cual se inserta un perno de titanio cónico, es decir, sujetadores de ajuste de interferencia con manguito. Cuando se aplica torque a un collar del perno, el manguito se expande, haciendo contacto con las capas compuestas del revestimiento de ala de compuesto.

35 Sin embargo, dichos sujetadores de ajuste de interferencia con manguito pueden ser costosos y difíciles de instalar, y los manguitos CRES para los sujetadores de ajuste de interferencia pueden agregar peso a las juntas de sujetador, lo cual puede resultar en un aumento del consumo de combustible y, a su vez, puede resultar en un aumento de costes de operación. Además, debido a la expansión del manguito de sujetador cuando se aplica torque al collar del perno, cualquier punta de fibra de carbono de alta conductividad expuesta en los orificios perforados, en los cuales se insertan los sujetadores, puede aplastarse, dañarse o posiblemente romperse. Esto puede limitar la conexión eléctrica general y también puede promover micro-grietas en las juntas de sujetador de la estructura compuesta.

- Además, para cumplir con los requisitos de sello de combustible, dichos sujetadores de ajuste de interferencia con manguito conocidos se requieren típicamente para ser instalados en húmedo, lo cual implica sumergir el sujetador de ajuste de interferencia con manguito en un sellante de combustible de polisulfuro antes de la instalación en un orificio de sujetador en una estructura compuesta. Dicha instalación en húmedo resulta en una capa delgada de sellante presente entre el manguito de sujetador y una superficie del orificio del sujetador, después de que el sujetador se instala en el orificio del sujetador. Aunque esta capa sellante cumple con su propósito de sello de combustible, su presencia puede interferir con y disminuir la eficiencia de la transferencia de corriente eléctrica a través de una interfaz de sujetador a estructura compuesta.
- En el documento US2012/0152611 se divulga una conexión estructural conductiva de manera eléctrica la cual emplea un pasante o sujetador que tiene un primer diámetro. Un orificio de sujetador, con un segundo diámetro mayor que el diámetro del pasante, se extiende a través del grosor de una estructura y recibe el pasante. Un casquillo que tiene un diámetro y un grosor para ajustarse entre el primer y el segundo diámetros se extiende a través y pasa el grosor de dicha estructura. Cuando el alimentador está asegurado por compresión a la estructura, el casquillo se expande radialmente entre el primer diámetro y el segundo diámetro para mantener al menos un punto de contacto entre el sujetador y la estructura.
- Por consiguiente, existe la necesidad en la técnica de un sujetador mejorado, un sistema de sujetador y un método que sea económico, fácil de instalar y utilizar, que ahorre peso y sea confiable, y que proporcione ventajas sobre los dispositivos de sujetador, sistemas y métodos conocidos.
- Resumen
- Las implementaciones de ejemplo de esta divulgación proporcionan un sujetador mejorado, un sistema de sujetador y un método para estructuras compuestas, tales como estructuras de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). Como se discute en la descripción detallada a continuación, las realizaciones del sujetador mejorado, el sistema de sujetador y el método pueden proporcionar ventajas significativas sobre los dispositivos de sujetador, sistemas y métodos conocidos. La invención está determinada mediante las reivindicaciones adjuntas.
- En un ejemplo, se proporciona un sujetador para proporcionar un contacto eléctrico mejorado con una estructura compuesta y una distribución mejorada de la corriente eléctrica a la estructura compuesta. El sujetador comprende un árbol alargado que tiene un primer extremo, un segundo extremo y un cuerpo de árbol dispuesto entre el primer extremo y el segundo extremo. El cuerpo de árbol tiene una superficie externa y una superficie interna.
- El sujetador comprende además una porción de cabeza dispuesta en el primer extremo. El sujetador comprende además una porción roscada dispuesta en el segundo extremo. El sujetador comprende además al menos un canal de alimentación que se extiende a partir de una abertura en la porción roscada, a través de la superficie interna del cuerpo de árbol, paralelo a un eje central longitudinal del árbol alargado, y que termina en una ubicación próxima a la porción de cabeza.
- El cuerpo de árbol está configurado para expandirse radialmente tras la inyección, bajo presión, de un relleno de resina en al menos un canal de alimentación, cuando el sujetador está instalado en un orificio de sujetador correspondiente formado en la estructura compuesta. Además, al expandirse radialmente, la superficie externa del cuerpo de árbol está configurada para hacer contacto directo con una superficie de orificio interna del orificio de sujetador correspondiente, resultando en el sujetador que proporciona contacto eléctrico con la estructura compuesta y proporciona distribución de corriente eléctrica a la estructura compuesta.
- En otro ejemplo, se proporciona un sistema de sujetador para proporcionar un contacto eléctrico mejorado con una estructura compuesta y una distribución mejorada de la corriente eléctrica a la estructura compuesta. El sistema de sujetador comprende uno o más sujetadores configurados para la instalación en uno o más orificios de sujetador correspondientes formados en la estructura compuesta.
- Cada sujetador comprende un árbol alargado que tiene un primer extremo, un segundo extremo y un cuerpo de árbol dispuesto entre el primer extremo y el segundo extremo. El cuerpo de árbol tiene una superficie externa y una superficie interna. El sujetador comprende además una porción de cabeza dispuesta en el primer extremo. El sujetador comprende además una porción roscada dispuesta en el segundo extremo. El sujetador comprende además al menos un canal de alimentación que se extiende a partir de una abertura en la porción roscada, a través de la superficie interna del cuerpo de árbol, paralela a un eje central longitudinal del árbol alargado, y que termina en una ubicación próxima a la porción de cabeza.
- El sistema de sujetador comprende además un conjunto de herramientas de inyección configurado para acoplarse a cada uno de uno o más sujetadores instalados en uno o más orificios de sujetador correspondientes. El sistema de sujetador comprende además un relleno de resina inyectado, bajo presión, con el conjunto de herramientas de inyección en al menos un canal de alimentación de cada sujetador para llenar el al menos un canal de alimentación para hacer que el cuerpo de árbol se expanda radialmente y haga contacto directo con una superficie de orificio interna del orificio de sujetador correspondiente, lo que resulta en que el sujetador proporcione contacto eléctrico con la estructura compuesta y proporcione distribución de corriente eléctrica a la estructura compuesta.

En otro ejemplo, se proporciona un método para proporcionar un contacto eléctrico mejorado con una estructura compuesta de una aeronave y una distribución mejorada de corriente eléctrica a la aeronave. El método comprende la etapa de instalar uno o más sujetadores en uno o más orificios de sujetador correspondientes formados en la estructura compuesta.

5 Cada sujetador comprende un árbol alargado que tiene un primer extremo con una porción de cabeza, un segundo extremo con una porción roscada y un cuerpo de árbol dispuesto entre el primer extremo y el segundo extremo. El cuerpo de árbol tiene una superficie externa y una superficie interna. El sujetador comprende además al menos un canal de alimentación que se extiende a partir de una abertura en la porción roscada, a través de la superficie interna del cuerpo de árbol, paralela a un eje central longitudinal del árbol alargado, y que termina en una ubicación  
10 próxima a la porción de cabeza.

El método comprende además la etapa de torque de uno o más sujetadores en su lugar en uno o más orificios de sujetador correspondientes. El método comprende además la etapa inyectar, bajo presión, un relleno de resina en la  
15 abertura en la porción roscada de cada sujetador, y llenar el al menos un canal de alimentación con el relleno de resina para hacer que el cuerpo de árbol se expanda radialmente para hacer contacto directo con una superficie de orificio interna del sujetador correspondiente.

El método comprende además curar la estructura compuesta con uno o más sujetadores instalados en la estructura compuesta y llenados con el relleno de resina. El método comprende además la etapa de proporcionar contacto eléctrico entre cada sujetador y la superficie de orificio interna de cada orificio de sujetador correspondiente, y proporcionar la distribución de la corriente eléctrica a la aeronave.

20 Las características, funciones y ventajas que se han discutido se pueden lograr de forma independiente en diversos ejemplos de la divulgación o se pueden combinar en aún otros ejemplos, cuyos detalles adicionales se pueden ver con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

Breve descripción de los dibujos

25 La divulgación puede entenderse mejor con referencia a la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos los cuales ilustran ejemplos, pero los cuales no están necesariamente dibujados a escala, en donde:

La Figura 1A es una ilustración de una vista en perspectiva lateral de un ejemplo de un sujetador de la divulgación;

La Figura 1B es una ilustración de una vista en perspectiva lateral en corte del sujetador de la Figura 1A;

La Figura 1C es una ilustración de una vista superior del sujetador de la Figura 1A;

30 La Figura 1D es una ilustración de una vista inferior del sujetador de la Figura 1A;

La Figura 2A es una ilustración de una vista en perspectiva lateral de otro ejemplo de un sujetador de la divulgación;

La Figura 2B es una ilustración de una vista en perspectiva lateral en corte del sujetador de la Figura 2A;

La Figura 2C es una ilustración de una vista superior del sujetador de la Figura 2A;

La Figura 2D es una ilustración de una vista inferior del sujetador de la Figura 2A;

35 La Figura 2E es una ilustración de una vista lateral en perspectiva del sujetador de la Figura 2A que tiene una o más ranuras longitudinales opcionales;

La Figura 2F es una ilustración de una vista inferior del sujetador de la Figura 2E;

La Figura 3A es una ilustración de una vista en perspectiva lateral en corte parcial de un sistema de sujetador de la divulgación;

40 La Figura 3B es una ilustración de una vista en perspectiva lateral en corte de un ejemplo de un sistema de sujetador que se muestra con el sujetador de la Figura 1A;

La Figura 3C es una ilustración de una vista en perspectiva lateral en corte de otro ejemplo de un sistema de sujetador que se muestra con el sujetador de la Figura 2A;

45 La Figura 4 es un diagrama esquemático de una vista lateral en sección de un sujetador con manguito conocido instalado en una estructura compuesta y que muestra la distribución de corriente eléctrica;

La Figura 5A es un diagrama esquemático de una vista lateral en sección parcial de un ejemplo de un sistema de sujetador de la divulgación que muestra el sujetador instalado en una estructura compuesta y un relleno de resina inyectado en el sujetador;

La Figura 5B es un diagrama esquemático de una vista lateral en sección parcial del sistema de sujetador de la Figura 5A que muestra el sujetador lleno con el relleno de resina, y que muestra la expansión radial del sujetador y la distribución de corriente eléctrica;

La Figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un método de divulgación;

5 La Figura 7 es una ilustración de una vista en perspectiva de una aeronave que puede incorporar estructuras compuestas que tienen uno o más ejemplos de un sujetador de la divulgación;

La Figura 8 es un diagrama de flujo de un método de fabricación y servicio de aeronaves; y,

La Figura 9 es un diagrama de bloques de una aeronave.

10 Cada figura que se muestra en esta divulgación muestra una variación de un aspecto de los ejemplos presentados, y solo las diferencias se discutirán en detalle.

Descripción detallada

15 Los ejemplos divulgados se describirán ahora más completamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales se muestran algunos, pero no todos los ejemplos divulgados. De hecho, se pueden proporcionar diversos ejemplos diferentes y no deben interpretarse como limitados a los ejemplos establecidos en este documento. Por el contrario, estos ejemplos se proporcionan para que esta divulgación sea minuciosa y transmita completamente el alcance de la divulgación a los expertos en la técnica.

20 Con referencia ahora a las figuras, en un ejemplo se proporciona un sujetador 10, como se muestra en las Figuras 1A-2D. Las Figuras 1A-1D muestran un ejemplo del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a. Las Figuras 2A-2D muestran otro ejemplo del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10b. Preferiblemente, el sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A), tal como en la forma del sujetador 10a (véase la Figura 1A) y tal como en la forma del sujetador 10b (véase la Figura 2A), comprende un sujetador 12 de ajuste de holgura conforme (véanse las Figuras 1A-1B, 2A-2B) que no tiene mangas, es decir, no requiere una manga de metal adicional. El sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A) puede estar compuesto de un material de metal, tal como titanio, aluminio u otro metal adecuado, o una aleación de metal, tal como una aleación de níquel que contiene cromo y hierro que es resistente a la corrosión en altas temperaturas, o una aleación de níquel-cobre que tiene una alta fuerza de tracción y resistencia a la corrosión, u otra aleación de metal adecuada.

La Figura 1A es una ilustración de una vista en perspectiva lateral de un ejemplo del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, de la divulgación. La Figura 1B es una ilustración de una vista en perspectiva lateral en corte del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, de la Figura 1A.

30 La Figura 2A es una ilustración de una vista lateral en perspectiva de otro ejemplo del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10b, de la divulgación. La Figura 2B es una ilustración de una vista en perspectiva lateral en corte del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10b, de la Figura 2A. La Figura 2E es una ilustración de una vista en perspectiva lateral del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10b, de la Figura 2A, que tiene una o más ranuras 87 longitudinales adicionales opcionales.

35 Como se muestra en las Figuras 1A-1B y 2A-2B, 2E, el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a (véanse las Figuras 1A-1B), y tal como en la forma del sujetador 10b (véanse las Figuras 2A-2B), respectivamente, tiene un árbol 14 alargado que tiene un primer extremo 16, un segundo extremo 18 y un cuerpo 20 de árbol dispuesto entre el primer extremo 16 y el segundo extremo 18. Como se muestra adicionalmente en las Figuras 1A-2E, el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a (véanse las Figuras 1A-1B), y tal como en la forma del sujetador 10b (véanse las Figuras 2A-2B, 2E), respectivamente, tiene una porción 22 de cabeza dispuesta en el primer extremo 16. La porción 22 de cabeza (véanse las Figuras 1A-1B, 2B) tiene preferiblemente una forma 24 frusto cónica (véanse las Figuras 1A-1B, 2B). Sin embargo, la porción 22 de cabeza (véanse las Figuras 1A, 2A) también puede tener otra forma adecuada. Como se muestra en las Figuras 1B, 2B, la porción 22 de cabeza tiene un extremo 26 superior, un extremo 28 inferior y una porción 30 central con una superficie 32 externa (véanse también las Figuras 40 45 1A, 2A) y una superficie 34 interna.

La Figura 1C es una ilustración de una vista superior del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, de la Figura 1A. La Figura 2C es una ilustración de una vista superior del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10b, de la Figura 2A. Las Figuras 1C y 2C muestran el extremo 26 superior de la porción 22 de cabeza que tiene una superficie 36 superior, la cual es plana o sustancialmente plana. Las Figuras 1C y 2C muestran además el extremo 26 superior de la porción 22 de cabeza que tiene una periferia 38 o perímetro externo (véanse también las Figuras 1A, 2A). El sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A), tal como en la forma del sujetador 10a (véase la Figura 1A), y tal como en la forma del sujetador 10b (véase la Figura 2A), tiene un eje 84 radial (véanse las Figuras 1C, 2C).

55 Como se muestra en las Figuras 1A-1B y 2A-2B, 2E, el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a (véanse las Figuras 1A-1B), y tal como en la forma del sujetador 10b (véanse las Figuras 2A-2B, 2E), respectivamente,

además tiene una porción 42 roscada dispuesta en el segundo extremo 18 del árbol 14 alargado. Como se muestra en las Figuras 1B, 2B, la porción 42 roscada tiene un extremo 44 superior, un extremo 46 inferior, una porción 48 central con una superficie 50 externa compuesta de una pluralidad de roscas 52, y un interior 54. La porción 42 roscada puede configurarse para acoplarse con un collar 158 roscado (véanse las Figuras 5A-5B), una tuerca roscada u otro elemento roscado adecuado.

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50

En un ejemplo, como se muestra en las Figuras 1A-1B, el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, comprende una abertura 40, tal como una abertura 40a de muesca, en la porción 42 roscada. La abertura 40 (véase la Figura 1B), tal como la abertura 40a de muesca (véanse las Figuras 1A-1B), se forma preferiblemente en una superficie 56 inferior (véase la Figura 1B) en el extremo 46 inferior (véase la Figura 1B) de la porción 42 roscada (véase la Figura 1B). La abertura 40a de muesca (véanse las Figuras 1A-1B) es preferiblemente una abertura pasante que va a partir de un lado del sujetador 10 hasta el lado opuesto del sujetador 10. Además, en este ejemplo, como se muestra en las Figuras 1A-1B, la porción 42 roscada tiene una porción 55 de punta en forma de cono formada en el extremo 46 inferior (véase la Figura 1B).

La Figura 1D es una ilustración de una vista inferior del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, de la Figura 1A. La Figura 1D muestra la abertura 40, tal como la abertura 40a de muesca, formada en la superficie 56 inferior (véase la Figura 1B), y además muestra un canal 70 de alimentación, tal como en la forma de un canal 70a de alimentación central, y además muestra la parte inferior del cuerpo 20 de árbol y la porción 22 de cabeza.

En otro ejemplo, como se muestra en las Figuras 2A-2B, el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10b, comprende una abertura 40, tal como una abertura 40b de anillo concéntrico, en la porción 42 roscada. Como se muestra adicionalmente en las Figuras 2A-2B, la abertura 40, tal como la abertura 40b de anillo concéntrico, se forma preferiblemente en el extremo 44 superior de la porción 42 roscada. Además, en este ejemplo, como se muestra en las Figuras 2A-2B, la porción 42 roscada tiene una superficie 56 inferior que es plana o sustancialmente plana en el extremo 46 inferior (véase la Figura 2B).

La Figura 2D es una ilustración de una vista inferior del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10b, de la Figura 2A. La Figura 2D muestra la superficie 56 inferior en el extremo 46 inferior, muestra la abertura 40, tal como la abertura 40b de anillo concéntrico, y muestra la parte inferior del cuerpo 20 de árbol y la porción 22 de cabeza.

Como se muestra en las Figuras 1A-1B y 2A-2B, el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a (véanse las Figuras 1A-1B), y tal como en la forma del sujetador 10b (véanse las Figuras 2A-2B), respectivamente, además comprende el cuerpo 20 de árbol que tiene un primer extremo 58 unido integralmente, conectado o acoplado al extremo 44 superior de la porción 42 roscada, tiene un segundo extremo 60 unido integralmente, conectado o acoplado al extremo 28 inferior de la porción 22 de cabeza, y tiene una porción 62 central dispuesta entre el primer extremo 58 y el segundo extremo 60.

El cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 1A-1B, 2A-2B, 2E) tiene una superficie 64 externa (véanse las Figuras 1A-1B, 2A-2B, 2E) y una superficie 66 interna (véanse las Figuras 1B, 2B), y además tiene un interior 68 (véanse las Figuras 1B, 2B) y paredes 168 del cuerpo de árbol (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E). En un ejemplo, como se muestra en las Figuras 1A-1B, la superficie 64 externa del cuerpo 20 de árbol comprende una superficie 64a externa surcada que tiene una pluralidad de surcos 82. La pluralidad de surcos 82 está configurada preferiblemente para contactar con una superficie 86 de orificio interna (véanse las Figuras 5A-5B) de un orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 5A-5B), para proporcionar una interconexión 90 eléctrica (véase la Figura 5B) con una estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B), y para proporcionar un sello 92 de combustible (véase la Figura 5B) para una junta 108 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C) formada por el sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5B) sujeta a la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C, 5B).

En otro ejemplo, como se muestra en las Figuras 2A-2B, la superficie 64 externa del cuerpo 20 de árbol comprende una superficie 64b externa lisa. La superficie 64b externa lisa (véanse las Figuras 2A-2B) es preferiblemente lisa, o sustancialmente lisa, y no tiene una pluralidad de surcos 82 (véase la Figura 1A). Opcionalmente, como se muestra en la Figura 2E, el cuerpo 20 de árbol del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10b, puede comprender además una o más ranuras 87 longitudinales que se extienden a partir de la abertura 40b de anillo concéntrico en el extremo 44 superior de la porción 42 roscada, a través de la superficie 64 externa, tal como la superficie 64b externa lisa, del cuerpo de árbol, paralela a un eje 78 central longitudinal (véase la Figura 2B) del árbol 14 alargado, y la terminación proximal a la porción 22 de cabeza.

La Figura 2F es una ilustración de una vista inferior del sujetador 10, tal como en forma del sujetador 10b, de la Figura 2E, que muestra las ranuras 87 longitudinales. La una o más ranuras 87 longitudinales (véanse las Figuras 2E-2F) pueden comprender una primera ranura 87a longitudinal (véanse las Figuras 2E-2F) y una segunda ranura 87b longitudinal (véase la Figura 2F). Cada ranura 87 longitudinal (véase la Figura 2E) puede tener un primer extremo 91a (véase la Figura 2E) y un segundo extremo 91b (véase la Figura 2E). Como se muestra en la Figura 2E, la ranura 87 longitudinal se abre a través de una porción 89 de agujero central del árbol 14 alargado del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10b.

La Figura 2F muestra la superficie 56 inferior en el extremo 46 inferior, muestra la abertura 40, tal como la abertura 40b de anillo concéntrico, muestra un canal 70 de alimentación, tal como en la forma de un canal 70b de alimentación de anillo concéntrico, muestra las ranuras 87 longitudinales, y además muestra la parte inferior del cuerpo 20 de árbol y la porción 22 de cabeza.

5 Como se muestra en las Figuras 1B y 2B, 2E, el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a (véase la Figura 1B), y tal como en la forma del sujetador 10b (véase la Figura 2B, 2E), respectivamente, tiene además al menos un canal 70 de alimentación que se extiende a partir de la abertura 40 en la porción 42 roscada. En un ejemplo como se muestra en la Figura 1B, el canal 70 de alimentación puede estar en la forma de un canal 70a de alimentación central. En otro ejemplo como se muestra en las Figuras 2B, 2E, el canal 70 de alimentación puede estar en la forma de un canal 70b de alimentación de anillo concéntrico. El canal 70 de alimentación también puede tener otra forma o configuración adecuadas.

10 Como se muestra en las Figuras 1B y 2B, el canal 70 de alimentación tiene un primer extremo 72 y un segundo extremo 74. Como se muestra adicionalmente en las Figuras 1B y 2B, el canal 70 de alimentación se extiende a partir de la abertura 40 en la porción 42 roscada, a través de la superficie 66 interna del cuerpo 20 de árbol, paralela a un eje 78 central longitudinal del árbol 14 alargado, y termina en una ubicación 76 proximal hasta la porción 22 de cabeza. El canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 1B, 2B) se extiende longitudinalmente y paralelo al eje 78 central longitudinal (véanse las Figuras 1B, 2B) del árbol 14 alargado (véanse las Figuras 1B, 2B), y el canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 1B, 2B) tiene un interior 80 (véanse las Figuras 1B, 2B). Como se muestra en la Figura 1B, el interior 80 puede comprender un interior 80a pasante que se abre a partir de un lado del cuerpo 20 de árbol al lado opuesto del cuerpo 20 de árbol.

15 Como se muestra en la Figura 1B, el canal 70 de alimentación, tal como en la forma de canal 70a de alimentación central, puede formarse longitudinalmente, continuamente y centralmente a través de la abertura 40 en el extremo 46 inferior de la porción 42 roscada, a través del interior 54 de la porción 42 roscada, a través del interior 68 del cuerpo 20 de árbol, y preferiblemente termina en la ubicación 76 proximal o ligeramente por debajo del extremo 28 inferior de la porción 22 de cabeza. El interior 80 (véase la Figura 1B) del canal 70 de alimentación (véase la Figura 1B), tal como en la forma de canal 70a de alimentación central (véase la Figura 1B), es preferiblemente hueco y está configurado para recibir un relleno 120 de resina (véanse las Figuras 5A-5B) que se inyecta, bajo presión, en el canal 70 de alimentación (véase la Figura 1B).

20 Como se muestra en la Figura 2B, el canal 70 de alimentación, tal como en la forma de canal 70b de alimentación de anillo concéntrico, puede formarse longitudinal y continuamente a través de la abertura 40 en o cerca del extremo 44 superior de la porción 42 roscada y el primer extremo 58 del cuerpo 20 de árbol, a través del interior 68 del cuerpo 20 de árbol, y preferiblemente termina en la ubicación 76 proximal o ligeramente por debajo del extremo 28 inferior de la porción 22 de cabeza. El interior 80 (véase la Figura 2B) del canal 70 de alimentación (véase la Figura 2B), tal como en la forma de canal 70b de alimentación de anillo concéntrico (véase la Figura 2B), es preferiblemente un anillo concéntrico hueco formado en el interior 68 (véase la Figura 2B) del cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 2B), y está configurado para recibir el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 5A-5B) que se inyecta, bajo presión, en el canal 70 de alimentación (véase la Figura 2B).

25 El cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B) tiene además paredes 168 del cuerpo de árbol (véase la Figura 5B), cada una tiene un grosor de pared de entre aproximadamente 0.51 mm (aproximadamente 0.020 pulgadas) a aproximadamente 1.5 mm (aproximadamente 0.060 pulgadas). Por ejemplo, el grosor de pared de las paredes 168 del cuerpo de árbol (véanse las Figuras 1B, 5B) del sujetador 10, tal como el sujetador 10a (véanse las Figuras 1B, 5B), puede estar en un rango de entre aproximadamente 0.51 mm (aproximadamente 0.020 pulgadas) y aproximadamente 0.76 mm (aproximadamente 0.030 pulgadas). Por ejemplo, el grosor de pared de las paredes 168 del cuerpo de árbol (véanse las Figuras 2B, 2E) del sujetador 10, tal como el sujetador 10b (véanse las Figuras 2B, 2E), puede estar en un rango de entre aproximadamente 1.0 mm (aproximadamente 0.040 pulgadas) y aproximadamente 1.5 mm (aproximadamente 0.060 pulgadas). La conducción eléctrica puede lograrse principalmente a través de las paredes 168 del cuerpo de árbol (véase la Figura 5B).

30 El cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 1B, 2B) del sujetador 10 (véanse las Figuras 1B, 2B), que incluyen las paredes 168 del cuerpo de árbol (véase la Figura 5B), están configuradas para expandirse radialmente tras la inyección, bajo presión, del relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) en el canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E, 5A-5B), cuando el sujetador 10 (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E, 5A-5B) se instala en un orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) formado en una estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B). El cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E) del sujetador 10 (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E), que incluye las paredes 168 del cuerpo de árbol (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E, 5B), puede estar configurado para expandirse radialmente una distancia radial de aproximadamente 0.025 mm (aproximadamente 0.001 pulgadas) a aproximadamente 0.05 mm (aproximadamente 0.002 pulgadas) radialmente hacia afuera tras la inyección, bajo presión, y llenado con el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B).

35 Además, al expandirse radialmente, la superficie 64 externa (véanse las Figuras 1B, 2B) del cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 1B, 2B) está configurada para hacer contacto directo con una superficie 86 de orificio interna (véanse las Figuras 5A-5B) del orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B), dando

como resultado que el sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) proporcione contacto 88 eléctrico (véase la Figura 5B) con la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B) y proporcione distribución de corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B) a la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 5B, 7), por ejemplo, la corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B), tal como la que resulta a partir de un impacto 170 de rayo (véase la Figura 7) u otros efectos electromagnéticos o eventos eléctricos. El sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 3A-3C, 5A-5B) proporciona preferiblemente un contacto 88 eléctrico mejorado (véase la Figura 5B) con la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 5A-5B) y una distribución mejorada de corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B) a la estructura 102 compuesta (véase la Figura 7).

Como se muestra en las Figuras 1A-1B, 2A-2B, 2E, el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a (véanse las Figuras 1A-1B), y tal como en la forma del sujetador 10b (véanse las Figuras 2A-2B, 2E), comprende un sujetador 12 de ajuste de holgura conforme, que cuando se utiliza con el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 5A-5B) hace que el cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 5A-5B) se expanda radialmente, resultando en la porción 22 de cabeza (véanse las Figuras 5A-5B) y el cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 5B), teniendo ambos un ajuste 150 de interferencia (véase la Figura 5B), o un ajuste de interferencia efectivo, con la superficie 86 de orificio interna (véase la Figura 5B) del orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5B).

Ahora con referencia a las Figuras 3A-3C, en otro ejemplo, se proporciona un sistema 100 de sujetador. La Figura 3A es una ilustración de una vista en perspectiva lateral en corte parcial del sistema 100 de sujetador de la divulgación. La Figura 3B es una ilustración de una vista en perspectiva lateral en corte de un ejemplo de un sistema 100 de sujetador, tal como en la forma del sistema 100a de sujetador, que se muestra con el sujetador 10a de la Figura 1A. La Figura 3C es una ilustración de una vista en perspectiva lateral en corte de otro ejemplo de un sistema 100 de sujetador, tal como en la forma del sistema 100b de sujetador, del sistema 100 de sujetador de la Figura 3A que se muestra con el sujetador 10b de la Figura 2A. El sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C, 5A-5B) proporciona un contacto 88 eléctrico mejorado (véase la Figura 5B) con la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3A-3C) y una distribución mejorada de corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B) a la estructura 102 compuesta (véase la Figura 7), tal como una estructura 102b compuesta de la aeronave (véase la Figura 7), y por ejemplo, una corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B) tal como la que resulta a partir de un impacto 170 de rayo (véase la Figura 7) u otros efectos electromagnéticos o eventos eléctricos.

El sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3B, 3C) comprende uno o más sujetadores 10 (véanse las Figuras 3B, 3C), tal como en la forma del sujetador 10a (véase la Figura 3B), y tal como en la forma del sujetador 10b (véase la Figura 3C), como se discutió anteriormente en detalle. El uno o más sujetadores 10 (véanse las Figuras 3B, 3C), están configurados cada uno para su instalación en y dentro de uno o más orificios 11 de sujetador correspondientes (véanse las Figuras 3B, 3C) formados en la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3A-3C), tal como una estructura 102a de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP) (véanse las Figuras 3A-3C). El sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C) está configurado para llenarse con un relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C).

Las Figuras 3B y 3C muestran el sujetador 10 insertado en el orificio 11 de sujetador correspondiente en la estructura 102 compuesta, tal como en la forma de la estructura 102a de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). La superficie 36 superior (véanse las Figuras 3B, 3C) del extremo 26 superior (véanse las Figuras 3B, 3C) de la porción 22 de cabeza (véanse las Figuras 3B, 3C) del sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C) se muestra en una posición 138 de avellanado (véanse las Figuras 3B, 3C).

Como se utiliza en este documento, "plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP)" significa un material compuesto hecho de un material 104 de matriz (véanse las Figuras 3B, 3C), tal como una matriz 104a de resina (véanse las Figuras 3B, 3C) reforzada con una pluralidad de fibras 105 (véanse las Figuras 3B, 3C), tales como fibras 105a de carbono (véanse las Figuras 3B, 3C), o una combinación de fibras 105a de carbono y otras fibras de refuerzo, tales como fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de grafito, fibra de poliamida aromática, fibra de vidrio, fibras de aluminio u otras fibras de refuerzo adecuadas. El material 104 de matriz (véanse las Figuras 3B, 3C), tal como la matriz 104a de resina (véanse las Figuras 3B, 3C) del CFRP comprende preferiblemente una resina polimérica que comprende resinas poliméricas termoestables o resinas poliméricas termoplásticas. Las resinas poliméricas termoestables de ejemplo que se pueden utilizar incluyen resinas epóxicas, resinas de poliéster, resinas fenólicas, resinas de éster de vinilo, resinas de alilo, resinas de bismaleimida (BMI), resinas de poliuretano (PUR), resinas de éster de cianato, resinas de poliamida u otras resinas poliméricas termoestables adecuadas o sistemas de resina. Las resinas poliméricas termoplásticas de ejemplo que pueden utilizarse incluyen resinas de polietileno (PE), resinas de vinilo, resinas de polipropileno (PP), resinas de poliamida que incluyen resinas de nylon, resinas de policarbonato, resinas de tereftalato de polietileno (PET), resinas de polímero de polietertercetona, resinas de polímero de polietercetona (PEKK), resinas de polietersulfona (PES), resinas de polisulfona (PSU), resinas de sulfuro de polifenileno (PPS), resinas de politetrafluoroetileno (PTFE) u otras resinas poliméricas termoplásticas adecuadas o sistemas de resinas.

Como se muestra en las Figuras 3A-3C, la estructura 102 compuesta comprende una primera parte 103a y una segunda parte 103b. Como se muestra en las Figuras 3B, 3C, la primera parte 103a puede estar construida de material compuesto, que incluye el material 104 de matriz, tal como la matriz 104a de resina, y la pluralidad de fibras 105, tal como fibras 105a de carbono. Se observa que el material 104 de matriz, tal como la matriz 104a de resina, y

la pluralidad de fibras 105, tal como las fibras 105a de carbono, solo se representan esquemáticamente en las Figuras 3B, 3C, así como las Figuras 5A-5B. La pluralidad de fibras 105 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) se extienden a través del material 104 de matriz (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) y se posicionan a lo largo de la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B), que se extienden en una dirección de longitud, una

5 dirección de ancho, o una combinación de estas direcciones, tales como orientaciones de 0, 90, +/- 45 grados, y en capas en una dirección de grosor de la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B).

La segunda parte 103b (véanse las Figuras 3B, 3C) puede comprender una estructura 107 metálica (véanse las Figuras 3B, 3C) hecha de un material de metal, tal como aluminio u otro material de metal adecuado, y sujeta o unida a la primera parte 103a (véanse las Figuras 3B, 3C) de la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C). Alternativamente, la primera parte 103a (véanse las Figuras 3A-3C) puede comprender una estructura metálica hecha de un material de metal, y la segunda parte 103b (véanse las Figuras 3A-3C) puede comprender un material compuesto.

10

Como se muestra en las Figuras 3B y 3C, la primera parte 103a tiene una abertura 106a interior a través de la cual se inserta el sujetador 10, y la segunda parte 103b tiene una abertura 106b interior a través de la cual también se inserta el sujetador 10. El sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C) sujeta o une la primera parte 103a (véanse las Figuras 3C, 3B) a la segunda parte 103b (véanse las Figuras 3B, 3C) para formar una junta 108 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C).

15

Como se discutió anteriormente, cada sujetador 10 (véanse las Figuras 1B, 2B, 3B, 3C) del sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3B, 3C) comprende un árbol 14 alargado (véanse las Figuras 1B, 2B) que tiene un primer extremo 16 (véanse las Figuras 1B, 2B) con la porción 22 de cabeza (véanse las Figuras 1B, 2B, 3B, 3C) dispuesta en el primer extremo 16, un segundo extremo 18 (véanse las Figuras 1B, 2B) con la porción 42 roscada (véanse las Figuras 1B, 2B, 3B, 3C) dispuesta en el segundo extremo 18, y el cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 1B, 2B, 3B, 3C) dispuestos entre el primer extremo 16 (véanse las Figuras 1B, 2B) y el segundo extremo 18 (véanse las Figuras 1B, 2B). El cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 1B, 2B) tiene una superficie 64 externa (véanse las Figuras 1B, 2B) y una superficie 66 interna (véanse las Figuras 1B, 2B).

20

Cada sujetador 10 (véanse las Figuras 1B, 2B, 3B, 3C) del sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3B, 3C) comprende además, como se discutió anteriormente, al menos un canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 1B, 2B, 3B, 3C) que se extiende a partir de una abertura 40 (véanse las Figuras 1B, 2B, 3B, 3C) en la porción 42 roscada (véanse las Figuras 1B, 2B, 3B, 3C), a través de la superficie 66 interna (véanse las Figuras 1B, 2B) del cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 1B, 2B, 3B, 3C), paralelo a un eje 78 central longitudinal (véanse las Figuras 1B, 2B) del árbol 14 alargado (véanse las Figuras 1B, 2B), y que termina en una ubicación 76 (véanse las Figuras 1B, 2B) proximal a la porción 22 de cabeza (véanse las Figuras 1B, 2B). En un ejemplo, la abertura 40 (véanse las Figuras 1B, 3B) en la porción 42 roscada (véanse las Figuras 1B, 3B) comprende una abertura 40a de muesca (véanse las Figuras 1B, 3B) en el extremo 46 inferior (véase la Figura 1B) de la porción 42 roscada (véanse las Figuras 1B, 3B) y está abierta a partir de un lado del sujetador 10 hasta el lado opuesto del sujetador 10. En otro ejemplo, la abertura 40 (véanse las Figuras 2B, 3C) en la porción 42 roscada (véanse las Figuras 2B, 3C) comprende una abertura 40b de anillo concéntrico (véanse las Figuras 2B, 3C) en el extremo 44 superior (véase la Figura 2B) de la porción 42 roscada (véanse las Figuras 2B, 3C). Opcionalmente, como se muestra en la Figura 2E, se pueden formar una o más ranuras 87 longitudinales en el cuerpo 20 de árbol y pueden extenderse a partir de la abertura 40b de anillo concéntrico, a lo largo de la superficie 64 externa del cuerpo 20 de árbol, y terminar proximal a la porción 22 de cabeza.

30

Como se muestra en las Figuras 3A-3C, el sistema 100 de sujetador comprende además un conjunto 110 de herramientas de inyección configurado para acoplarse a cada uno o más de los sujetadores 10, tal como en la forma del sujetador 10a (véase la Figura 3B), y tal como en la forma del sujetador 10b (véase la Figura 3C), instalado en uno o más orificios 11 de sujetador correspondientes. Como se muestra en las Figuras 3A-3C, el conjunto 110 de herramientas de inyección está acoplado a una superficie 112 inferior de la segunda parte 103b de la estructura 102 compuesta. Como se muestra en las Figuras 3B, 3C, el conjunto 110 de herramientas de inyección está acoplado a la porción 42 roscada del sujetador 10.

45

El conjunto 110 de herramientas de inyección (véanse las Figuras 3A-3C) comprende una o más porciones 114 de fijación (véanse las Figuras 3A-3C), tal como en la forma de ventosas u otro elemento de fijación adecuado, para unir a la superficie 112 inferior (véanse las Figuras 3A-3C) de la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3A-3C). La porción 114 de fijación (véanse las Figuras 3A-3C) tiene un primer extremo 116a (véanse las Figuras 3A-3C) unido a la superficie 112 inferior (véanse las Figuras 3A-3C) de la segunda parte 103b (véanse las Figuras 3A-3C) de la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3A-3C), y tiene un segundo extremo 116b (véanse las Figuras 3A-3C).

50

Como se muestra en las Figuras 3A-3C, la porción 114 de fijación está acoplada a un recipiente 118 con un inyector 126 de presión que contiene preferiblemente el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C) para inyección en el canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 3B, 3C) del sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C). Como se muestra adicionalmente en las Figuras 3A-3C, el recipiente 118 está acoplado a, y mantenido en su lugar con, un conjunto 128 de soporte. El recipiente 118 (véase la Figura 3A) con el inyector 126 de presión (véase la Figura 3A)

60

puede estar acoplado o unido a un conjunto 129 de presión (véase la Figura 3A) que proporciona presión y potencia para la inyección del relleno 120 de resina en el sujetador 10.

El recipiente 118 (véanse las Figuras 3B, 3C) está configurado preferiblemente para acoplarse, a través de la porción 114 de fijación (véanse las Figuras 3B, 3C), a la abertura 40 (véanse las Figuras 3B, 3C) en la porción 42 roscada (véanse las Figuras 3B, 3C) del sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C). El inyector 126 de presión (véanse las Figuras 3B, 3C) está preferiblemente acoplado a la abertura 40 (véanse las Figuras 3B, 3C) en la porción 42 roscada (véanse las Figuras 3B, 3C) del sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C), y está configurado para inyectar el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C), bajo presión, en el sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C).

Como se muestra adicionalmente en las Figuras 3B y 3C, el conjunto 110 de herramientas de inyección puede tener uno o más elementos 136 de sello, tal como en la forma de sellos 136a de presión de junta tórica, unidos o acoplados al primer extremo 116a de la porción 114 de fijación. Los elementos 136 de sello (véanse las Figuras 3B, 3C), tal como en la forma de sellos 136a de presión de junta tórica a alta temperatura (véanse las Figuras 3B, 3C), preferiblemente sella a presión el primer extremo 116a (véanse las Figuras 3B, 3C) de la porción 114 de fijación (véanse las Figuras 3B, 3C) contra la superficie 112 inferior (véanse las Figuras 3B, 3C) de la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C).

Como se muestra adicionalmente en las Figuras 3B y 3C, el inyector 126 de presión comprende preferiblemente un tubo 130 de inyección hueco que tiene un primer extremo 132a con una primera abertura 134a de extremo configurada para la inyección del relleno 120 de resina en el tubo 130 de inyección hueco. En un ejemplo, como se muestra en la Figura 3B, el tubo 130 de inyección hueco tiene un segundo extremo 132b con una segunda abertura 134b de extremo configurada para alinearse con y acoplarse a la abertura 40, tal como la abertura 40a de muesca, en la porción 42 roscada del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a. En este ejemplo, como se muestra en la Figura 3B, el conjunto 110 de herramientas de inyección del sistema 100 de sujetador, tal como en la forma de sistema 100a de sujetador, inyecta o bombea, bajo presión, el relleno 120 de resina en el canal 70 de alimentación, tal como el canal 70a de alimentación central, del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, con el fin de llenar el canal 70 de alimentación, tal como el canal 70a de alimentación central, con el relleno 120 de resina.

En otro ejemplo, como se muestra en la Figura 3C, el tubo 130 de inyección hueco puede configurarse para conectarse a un conjunto 140 de canal de alimentación formado en una o más porciones 142 interiores de la porción 114 de fijación. Como se muestra en la Figura 3C, el conjunto 140 de canal de alimentación puede comprender dos o más canales 144 laterales, cada canal 144 lateral acoplado en un extremo al tubo 130 de inyección hueco, y cada canal 144 lateral acoplado en el otro extremo a un canal 146 de anillo concéntrico. El canal 146 de anillo concéntrico (véase la Figura 3C) está configurado para alinearse con y acoplarse a la abertura 40 (véase la Figura 3C), tal como la abertura 40b de anillo concéntrico (véase la Figura 3C), en el extremo 44 superior (véase la Figura 2B) de la porción 42 roscada (véase la Figura 3C) del sujetador 10 (véase la Figura 3C), tal como en la forma del sujetador 10b (véase la Figura 3C). En este ejemplo, como se muestra en la Figura 3C, el conjunto 110 de herramientas de inyección del sistema 100 de sujetador, tal como en la forma de sistema 100b de sujetador, inyecta o bombea, bajo presión, el relleno 120 de resina hasta arriba en el canal 70 de alimentación, tal como el canal 70b de alimentación de anillo concéntrico, del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10b, con el fin de llenar el canal 70 de alimentación, tal como el canal 70b de alimentación de anillo concéntrico, con el relleno 120 de resina.

El sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3B, 3C) comprende además el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C) inyectado a través del conjunto 110 de herramientas de inyección (véanse las Figuras 3B, 3C) en cada sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C) instaladas en la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C). El relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C) se formula preferiblemente para alcanzar un nivel de viscosidad eficaz para dispensarse en el canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 3B, 3C) del sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C), aún preferiblemente no en un estado líquido que fluye libremente.

El relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) comprende preferiblemente un material 122 de resina (véase la Figura 5B), tal como un material de resina aglutinante o un sistema de resina, mezclado con, relleno con, o que contiene un material 124 de relleno (véase la Figura 5B), tal como un aditivo o relleno conductivo, que es eléctricamente conductivo, o tal como un material no conductivo. El material 122 de resina (véase la Figura 5B) puede comprender una resina polimérica que comprende resinas poliméricas termoestables o resinas poliméricas termoplásticas. Las resinas poliméricas termoestables de ejemplo que se pueden utilizar incluyen resinas epóxicas, resinas de poliéster, resinas fenólicas, resinas de éster de vinilo, resinas de alilo, resinas de bismaleimida (BMI), resinas de poliuretano (PUR), resinas de éster de cianato, resinas de poliamida u otras resinas poliméricas termoestables adecuadas o sistemas de resina. Las resinas poliméricas termoplásticas de ejemplo que pueden utilizarse incluyen resinas de polietileno (PE), resinas de vinilo, resinas de polipropileno (PP), resinas de poliamida que incluyen resinas de nylon, resinas de policarbonato, resinas de tereftalato de polietileno (PET), resinas de polímero de polietercetona (PEKK), resinas de polietersulfona (PES), resinas de polisulfona (PSU), resinas de sulfuro de polifenileno (PPS), resinas de politetrafluoroetileno (PTFE) u otras resinas poliméricas termoplásticas adecuadas o sistemas de resinas. Los materiales 122 de resina de ejemplo (véase la Figura 5B), o los materiales de resina aglutinante o los sistemas de resina, para el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) comprenden resinas epóxicas, resinas de bismaleimida (BMI), resinas fenólicas y resinas de éster de cianato.

El material 124 de relleno (véase la Figura 5B) puede comprender, por ejemplo, fibras de carbono picadas; nanotubos de carbono; nanofibras de carbono; carbón negro; fibras metálicas; partículas metálicas que incluyen partículas de plata, partículas de níquel, partículas de cobre y partículas de aluminio; grafito; grafeno; nano rellenos de grafeno; u otros materiales conductivos adecuados o materiales no conductivos. Además, el material 124 de relleno (véase la Figura 5B) puede comprender polímeros conductivos, tales como poli(3,4-etilendioxitiofeno) sulfonato de poliestireno (PEDOT/PSS), polianilina, polipirrol, poliacetileno, politiofeno u otros polímeros conductivos adecuados. Como se utiliza en este documento, "polímero conductivo", también denominado "polímero conductivo intrínseco", significa un polímero orgánico capaz de conducir electricidad. Los materiales 124 de relleno de ejemplo (véase la Figura 5B) para el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) comprenden nanotubos de carbono, fibras de carbono picadas, partículas de plata y el poli(3,4-etilendioxitiofeno) sulfonato de poliestireno (PEDOT/PSS) de polímero conductivo.

Los rellenos 120 de resina de ejemplo (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) comprenden una resina epóxica dopada con partículas de plata; una resina de bismaleimida (BMI) dopada con partículas de plata; una resina fenólica dopada con partículas de plata; una resina de éster de cianato dopado con partículas de plata; una resina epóxica dopada con nanotubos de carbono; una resina de bismaleimida (BMI) dopada con nanotubos de carbono; una resina fenólica dopada con nanotubos de carbono; una resina de éster de cianato dopada con nanotubos de carbono; una resina epóxica con fibras de carbono picadas; una resina de bismaleimida (BMI) con fibras de carbono picadas; una resina fenólica con fibras de carbono picadas; una resina de éster de cianato con fibras de carbono picadas; y una resina con poli(3,4-etilendioxitiofeno) sulfonato de poliestireno (PEDOT/PSS). Como se utiliza en el presente documento, "dopado" significa mezclado con, lleno con, o que contiene, es decir, la resina se mezcla con, llena con, o contiene material conductivo o aditivos, tales como partículas de plata, nanotubos de carbono o fibras de carbono picadas, para proporcionar conductividad, tal como la conductividad eléctrica, o se mezcla con, llena con, o contiene material no conductivo.

Preferentemente, el material 122 de resina (véase la Figura 5B), o el sistema de resina, del relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) tiene propiedades químicas, propiedades estructurales y características de expansión similares como el sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 5A-5B) en las cuales se inserta o inyecta el material 122 de resina (véase la Figura 5B).

El relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) puede tener una conductividad, tal como una conductividad eléctrica, de aproximadamente  $1 \times 10^4$  S/m (siemens por metro) o mayor. Como se utiliza en este documento, "conductividad" y "conductividad eléctrica" significan la capacidad del relleno de resina para conducir una corriente eléctrica. Preferiblemente, la conductividad, tal como la conductividad eléctrica, del relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) se aproxima a la conductividad, tal como la conductividad eléctrica, del material compuesto de la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 5A-5B), a lo largo de la dirección de las fibras 105a de carbono (véanse las Figuras 5A-5B) del material compuesto que comprende la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B).

Preferentemente, el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) se selecciona de modo que un coeficiente de expansión térmica (CTE) del relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) coincide sustancialmente o coincide con un coeficiente de expansión térmica (CTE) del sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B). Como se utiliza en este documento, el "coeficiente de expansión térmica (CTE)" significa un cambio en la longitud o el volumen (por ejemplo, expansión térmica lineal en pulgadas) de un material para un cambio de unidad de temperatura (por ejemplo, por grado Fahrenheit o Celsius), y se utiliza para determinar la velocidad a la cual un material se expande en función de la temperatura, y puede utilizarse para determinar si pueden ocurrir problemas de tensión térmica. Los plásticos poliméricos tienden a expandirse y contraerse a partir de seis (6) a nueve (9) veces más que los metales, y las diferencias en el CTE entre materiales adyacentes pueden conducir a tensiones internas y concentraciones de tensiones en el polímero, lo cual puede causar una microgrieta prematura. Por lo tanto, el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) se selecciona preferiblemente de modo que el CTE del relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) coincida sustancialmente o coincida con el CTE del sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 5A-5B), de modo que no se genere tensión interna en las variaciones de temperatura del suelo a la altitud típicas que se experimentan típicamente en la aeronave 200a (véase la Figura 7) y que podrían conducir a micro-grietas en juntas compuestas sujetas.

El sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C, 5B) puede comprender además un dispositivo 94 de tapón desmontable (véase la Figura 5B) configurado para inserción temporal en la abertura 40 (véase la Figura 5B) del canal 70 de alimentación (véase la Figura 5B) para impedir fugas del relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) fuera del sujetador 10 (véase la Figura 5B), después de que el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) se inyecta en el canal 70 de alimentación (véase la Figura 5B) del sujetador 10 (véase la Figura 5B), y antes de que el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) se cure en su lugar.

Ahora con referencia a la Figura 4, la Figura 4 es un diagrama esquemático de una vista lateral en sección de un sujetador 1 con manguito conocido, tal como en la forma de un sujetador 1a de ajuste de interferencia con manguito, instalado en una estructura 102 compuesta, tal como una estructura 102a de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP). Como se muestra en la Figura 4, el sujetador 1 comprende una porción 6 de cabeza, un cuerpo 7 de árbol y una porción 8 roscada. Un manguito 2 (véase la Figura 4), tal como un manguito CRES (acero resistente a la

corrosión), rodea el exterior de la porción 6 de cabeza y el cuerpo 7 de árbol. Se añade un sellante 4 (véase la Figura 4) sobre el manguito 2 (véase la Figura 4). Como se muestra en la Figura 4, un collar 158 roscado que tiene un primer extremo 160a y un segundo extremo 160b está roscado alrededor de la porción 8 roscada del sujetador 1.

5 El sujetador 1 (véase la Figura 4) tiene un ajuste 150 de interferencia (véase la Figura 4) en la porción 6 de cabeza (véase la Figura 4) y a lo largo del cuerpo 7 de árbol (véase la Figura 4). La Figura 4 muestra una distribución de corriente 152 eléctrica, la cual incluye una distribución 153 de corriente eléctrica de la porción de cabeza y una distribución 154 de corriente eléctrica del cuerpo de árbol, y muestra la corriente 152 eléctrica que se distribuye o transfiere a lo largo de una longitud 156 de manguito completa del sujetador 1. La distribución de corriente 152 eléctrica (véase la Figura 4) es uniforme a través de la estructura 102 compuesta (véase la Figura 4), tal como una estructura 102a de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP) (véase la Figura 4), a lo largo de toda la longitud 156 de manguito (véase la Figura 4) del sujetador 1 (véase la Figura 4). El sujetador 1 (véase la Figura 4) está instalado en húmedo para asegurar un sello de combustible.

15 Ahora con referencia a la Figura 5A, la Figura 5A es un diagrama esquemático de una vista lateral en sección parcial del sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, para ilustrar adicionalmente el sistema 100 de sujetador, tal como el sistema 100a de sujetador, de la Figura 3B de la divulgación. La Figura 5A muestra el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, instalado en una estructura 102 compuesta, tal como una estructura 102a de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP), que tiene un orificio 11 de sujetador correspondiente que puede tener una superficie rugosa.

20 Como se muestra en la Figura 5A, la estructura 102 compuesta, tal como una estructura 102a de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP), comprende el material 104 de matriz, tal como la matriz 104a de resina, mezclada con la pluralidad de fibras 105, tal como las fibras 105 de carbono. La estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 5A, 7) comprende preferiblemente una estructura 102b compuesta de aeronave (véase la Figura 7). La Figura 5A muestra además el relleno 120 de resina que se inyecta en el sujetador 10 para llenar el interior 80 del canal 70 de alimentación, tal como el canal 70a de alimentación central.

25 Como se muestra adicionalmente en la Figura 5A, el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, comprende la porción 22 de cabeza, el cuerpo 20 de árbol y la porción 42 roscada. La porción 22 de cabeza (véase la Figura 5A) del sujetador 10 (véase la Figura 5A) está en una posición 138 de avellanado (véase la Figura 5A) dentro del orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5A) de la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5A). Como se muestra en la Figura 5A, cuando el sujetador 10 está instalado dentro del orificio 11 de sujetador correspondiente, la pluralidad de surcos 82 en el cuerpo 20 de árbol del sujetador 10 son adyacentes y están en contacto directo con la superficie 86 de orificio interna del orificio 11 de sujetador correspondiente. Como se muestra en la Figura 5A, antes de que el sujetador 10 se llene con el relleno 120 de resina y antes de que el sujetador 10 experimente una expansión 162 radial (véase la Figura 5B), el sujetador 10 tiene un ajuste 148 de holgura.

35 Como se muestra en la Figura 5A, un collar 158 roscado se puede acoplar preferiblemente a la porción 42 roscada del sujetador 10 para apretar y ayudar a mantener el sujetador 10 en su lugar dentro del orificio 11 de sujetador correspondiente en la estructura 102 compuesta. Como se muestra adicionalmente en la Figura 5A, el collar 158 roscado tiene un primer extremo 160a adyacente al extremo inferior de la estructura 102 compuesta y tiene un segundo extremo 160b.

40 Después de que el collar 158 roscado (véase la Figura 5A) está acoplado o unido al sujetador 10 (véase la Figura 5A), y el sujetador 10 (véase la Figura 5A) está asegurado en su lugar en el orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5A), el relleno 120 de resina (véase la Figura 5A) se inyecta o deposita preferiblemente en el sujetador 10 (véase la Figura 5A) con el conjunto 110 de herramientas de inyección (véase la Figura 5A).

45 Como se muestra en la Figura 5A, el conjunto 110 de herramientas de inyección tiene un inyector 126 de presión acoplado a un recipiente 118 que contiene el relleno 120 de resina. Como se discutió anteriormente, el relleno 120 de resina (véase la Figura 5A) comprende un material 122 de resina (véase la Figura 5B) mezclado con, que contiene o está lleno con un material 124 de relleno (véase la Figura 5B) que puede o no ser eléctricamente conductivo.

50 El conjunto 110 de herramientas de inyección (véase la Figura 5A) puede estar provisto con presión y potencia por el conjunto 129 de presión, como se muestra en la Figura 3A, u otra fuente o dispositivo de potencia y presión adecuados. El inyector 126 de presión (véase la Figura 5A) y el recipiente 118 (véase la Figura 5A) pueden comprender componentes similares y una construcción similar al inyector 126 de presión (véase la Figura 3B) y al recipiente 118 (véase la Figura 3B) que se muestra en la Figura 3B, o puede comprender otro inyector de presión conocido adecuado y componentes del recipiente utilizados en procesos de inyección de presión de fluido conocidos.

55 La Figura 5A muestra una flecha que indica la trayectoria de flujo del relleno 120 de resina hacia el sujetador 10. El relleno 120 de resina (véase la Figura 5A) fluye, bajo presión, a través del conjunto 110 de herramientas de inyección (véase la Figura 5A), en el sujetador 10 (véase la Figura 5A) a través de la abertura 40 (véase la Figura

5A) de la porción 22 de cabeza (véase la Figura 5A) en la porción 42 roscada (véase la Figura 5A), y continúa fluyendo hacia dentro y a través del canal 70 de alimentación (véase la Figura 5A), tal como en la forma del canal 70a de alimentación central (véase la Figura 5A), a lo largo de una longitud 96 (véase la Figura 5A) del cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5A). Una vez que se inyecta o inserta una cantidad efectiva o deseada del relleno 120 de resina (véase la Figura 5A) en el sujetador 10 (véase la Figura 5A), el sujetador 10 (véase la Figura 5A) con el relleno 120 de resina inyectada (véase la Figura 5A) se puede preferiblemente curar.

Ahora con referencia a la Figura 5B, la Figura 5B es un diagrama esquemático de una vista lateral en sección parcial del sistema 100 de sujetador de la Figura 5A que muestra el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, lleno con el relleno 120 de resina, y que muestra la expansión 162 radial del sujetador 10 y la distribución de corriente 152 eléctrica. La Figura 5B muestra el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, instalado en la estructura 102 compuesta, tal como la estructura 102a de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP), que tiene el orificio 11 de sujetador correspondiente. Como se muestra en la Figura 5B, la estructura 102 compuesta, tal como la estructura 102a de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP), comprende el material 104 de matriz, tal como la matriz 104a de resina, mezclada con la pluralidad de fibras 105, tal como las fibras 105 de carbono. La Figura 5B muestra además el canal 70 de alimentación, tal como el canal 70a de alimentación central, lleno con el relleno 120 de resina, que comprende el material 122 de resina mezclado con el material 124 de relleno.

Como se muestra adicionalmente en la Figura 5B, el sujetador 10, tal como en la forma del sujetador 10a, comprende la porción 22 de cabeza, el cuerpo 20 de árbol y la porción 42 roscada. La porción 22 de cabeza (véase la Figura 5B) del sujetador 10 (véase la Figura 5B) está en la posición 138 de avellanado (véase la Figura 5B) dentro del orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5B) de la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B). Como se muestra en la Figura 5B, cuando el sujetador 10 está instalado dentro del orificio 11 de sujetador correspondiente, la pluralidad de surcos 82 en el cuerpo 20 de árbol del sujetador 10 son adyacentes y están en contacto directo con la superficie 86 de orificio interna del orificio 11 de sujetador correspondiente. Una vez que el cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B) se expande radialmente, la pluralidad de surcos 82 (véase la Figura 5B), tales como roscas de doble función, formadas a lo largo de la superficie 64 externa (véase la Figura 1B) del cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B) pueden funcionar o servir para proporcionar una interconexión 90 eléctrica (véase la Figura 5B) entre el sujetador 10 (véase la Figura 5B) y la superficie 86 de orificio interna (véase la Figura 5B), y también pueden funcionar o servir como sello 92 de combustible (véase la Figura 5B), que es confiable, para la junta 108 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C).

Como se muestra adicionalmente en la Figura 5B, el collar 158 roscado que tiene el primer extremo 160a adyacente al extremo inferior de la estructura 102 compuesta, y que tiene el segundo extremo 160b, puede acoplarse preferiblemente a la porción 42 roscada del sujetador 10 para apretar y ayudar a mantener el sujetador 10 en su lugar dentro del orificio 11 de sujetador correspondiente en la estructura 102 compuesta.

Como se muestra adicionalmente en la Figura 5B, un dispositivo 94 de tapón desmontable puede insertarse temporalmente en la abertura 40 del canal 70 de alimentación para impedir la fuga del relleno 120 de resina fuera del sujetador 10, después de que el relleno 120 de resina se inyecta en el canal 70 de alimentación del sujetador 10. El dispositivo 94 de tapón desmontable (véase la Figura 5B) puede desmontarse después de curar el sujetador 10 (véase la Figura 5B) y el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B), o el dispositivo 94 de tapón (véase la Figura 5B) puede permanecer unido al sujetador 10 (véase la Figura 5B) después del curado y desmontado en un momento posterior. La abertura 40 (véase la Figura 5B) del sujetador 10 (véase la Figura 5B) puede taponarse, sellarse o cerrarse con un dispositivo 94 de tapón desmontable (véase la Figura 5B) u otro elemento o dispositivo de sellado adecuado después de la inyección del relleno 120 de resina (véase la Figura 5B), y antes o después del curado. Para aumentar la velocidad del tiempo de producción, el dispositivo 94 de tapón desmontable (véase la Figura 5B), puede insertarse en el extremo del canal 70 de alimentación (véase la Figura 5B) del sujetador 10 (véase la Figura 5B) después de que el relleno 120 de resina se ha inyectado (véase la Figura 5B), de modo que una herramienta de producción se puede mover al siguiente sitio y no se tarda en esperar el material 122 de resina (véase la Figura 5B) del relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) para curar.

La Figura 5B muestra una distribución de corriente 152 eléctrica, la cual incluye una distribución 153 de corriente eléctrica de la porción de cabeza y una distribución 154 de corriente eléctrica del cuerpo de árbol, y muestra que la corriente 152 eléctrica se distribuye o transfiere en la porción de cabeza 22 del sujetador 10 y a lo largo de la longitud 96 del cuerpo 20 de árbol del sujetador 10. La distribución de corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B), tal como la distribución 154 de corriente eléctrica del cuerpo de árbol (véase la Figura 5B), es preferiblemente uniforme a lo largo de la longitud 96 (véase la Figura 5B) del cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B) que se expande radialmente o ha experimentado una expansión 162 radial (véase la Figura 5B). La expansión 162 radial (véase la Figura 5B) proporciona conductividad eléctrica a través de la interfaz de sujetador a estructura compuesta. La distribución 153 de corriente eléctrica de la porción de cabeza (véase la Figura 5B) es preferiblemente mayor que la distribución 154 de corriente eléctrica del cuerpo de árbol (véase la Figura 5B).

Cuando el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) se inyecta, bajo presión, con el conjunto 110 de herramientas de inyección (véase la Figura 5A), en el canal 70 de alimentación (véase la Figura 5B) de cada sujetador 10 (véase la Figura 5B) para llenar el canal 70 de alimentación (véase la Figura 5B), hace que el cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B), que incluye las paredes 168 del cuerpo de árbol (véase la Figura 5B), se expanda radialmente y haga

- contacto físico directo y contacto 88 eléctrico (véase la Figura 5B) con la superficie 86 de orificio interna (véase la Figura 5B) del orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5B), y resulte en un área 98 de cuerpo de árbol expandido. Una vez el sujetador 10 (véase la Figura 5B) se inserta en un orificio 11 de sujetador correspondiente perforado (véase la Figura 5B), el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B), tal como el que
- 5 comprende el material 122 de resina (véase la Figura 5B) con el material 124 de relleno (véase la Figura 5B), por ejemplo, fibra de carbono picada o un equivalente, puede inyectarse en el canal 70 de alimentación (véase la Figura 5B) del sujetador 10 (véase la Figura 5B), y también puede servir o funcionar como un refuerzo 164 estructural (véase la Figura 5B) para la junta 108 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C).
- La expansión 162 radial (véase la Figura 5B) del sujetador 10 (véase la Figura 5B) proporciona un contacto 88
- 10 eléctrico mejorado (véase la Figura 5B) con la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B) y proporciona una distribución mejorada de corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B) a la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B). Cada uno de los sujetadores 10 (véase la Figura 5B) comprende un sujetador 12 de ajuste de holgura conforme (véanse las Figuras 1B, 2B), que cuando se utiliza con el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B), que causa el
- 15 cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B) se expanda radialmente, proporciona un ajuste 150 de interferencia (véase la Figura 5B) en la porción 22 de cabeza (véase la Figura 5B) y a lo largo del cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B). Por lo tanto, el sujetador 10 (véase la Figura 5B) proporciona un diseño 166 de protección contra rayos (véase la Figura 5B) que es eficaz y aumenta la capacidad de carga de corriente de la junta 108 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C).
- Ahora con referencia a la Figura 6, en otro ejemplo, se proporciona un método 180 para proporcionar un contacto 88
- 20 eléctrico mejorado (véase la Figura 5B) con una estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B) de una aeronave 200a (véase la Figura 7) y una distribución mejorada de corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B) a la aeronave 200a (véase la Figura 7), por ejemplo, corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B) a partir de un impacto 170 de rayo (véase la Figura 7) u otros efectos electromagnéticos o eventos eléctricos. La Figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo del método 180 de la divulgación.
- 25 Como se muestra en la Figura 6, el método 180 comprende la etapa 182 de instalación de uno o más sujetadores 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 5A-5B), tal como el sujetador 10a (véanse las Figuras 1A, 5A-5B) o el sujetador 10b (véanse las Figuras 2A), en uno o más orificios 11 de sujetador correspondientes (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) formados en la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B). Antes de que el sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 5A-5B) se instale en el orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B), el orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B), tal como en la forma de un
- 30 orificio pasante discreto, se forma preferiblemente, tal como mediante perforación u otro proceso de formación adecuado, en la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) con un dispositivo de formación conocido, tal como un taladro u otro dispositivo de formación de orificios adecuado. Con la formación del orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) a través de la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B), el orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5A) acopla parte del total de la pluralidad de fibras 105 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B), tales como las fibras 105a de carbono (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B), en una superficie 86 de orificio interna (véanse las Figuras 5A-5B), la cual puede ser rugosa, del orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 5A-5B) de la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 5A-5B).
- 35 Antes de que el sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) se instale en el orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B), el cual se ha formado, el orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) puede limpiarse o prepararse, si es necesario o deseado, con un dispositivo de limpieza o preparación adecuado, un agente de limpieza o preparación, y/o método de limpieza o preparación conocido en la técnica.
- 40 Una vez que se ha limpiado o preparado el orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B), el sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) se inserta o instala en el orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B). Un collar 158 roscado (véanse las Figuras 5A-5B) puede acoplarse preferiblemente a la porción 42 roscada (véanse las Figuras 5A-5B) del sujetador 10 (véanse las Figuras 5A-5B) para ayudar a mantener el sujetador 10 (véanse las Figuras 5A-5B) en su lugar dentro del orificio 11 de
- 45 sujetador correspondiente (véanse las Figuras 5A-5B) en la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 5A-5B).
- Como se discutió en detalle anteriormente, cada sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A) comprende, como se discutió anteriormente, un árbol 14 alargado (véanse las Figuras 1A, 2A) que tiene un primer extremo 16 (véanse las Figuras 1A, 2A) con una porción 22 de cabeza (véanse las Figuras 1A, 2A), un segundo extremo 18 (véanse las Figuras 1A, 2A) con una porción 42 roscada (véanse las Figuras 1A, 2A) y un cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 1A, 2A, 3A) dispuesto entre el primer extremo 16 (véanse las Figuras 1A, 2A) y el segundo extremo 18 (véanse las Figuras 1A, 2A). El cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 1A, 2A) tiene una superficie 64 externa (véanse las Figuras 1A, 2A) y una superficie 66 interna (véanse las Figuras 1B, 2B).
- 50 Cada sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A) comprende además, como se discutió anteriormente, al menos un canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 1B, 2B) que se extiende a partir de una abertura 40 (véanse las Figuras 1B, 2B) en la porción 42 roscada (véanse las Figuras 1B, 2B), a través de la superficie 66 interna (véanse
- 60

las Figuras 1B, 2B) del cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 1B, 2B), paralela a un eje 78 central longitudinal (véanse las Figuras 1B, 2B) del árbol 14 alargado (véanse las Figuras 1B, 2B), y que termina en una ubicación 76 (véanse las Figuras 1B, 2B) proximal a la porción 22 de cabeza (véanse las Figuras 1B, 2B).

5 En un ejemplo, la etapa 182 (véase la Figura 6) de instalación de uno o más sujetadores 10 (véanse las Figuras 1A, 2A) puede comprender la instalación de uno o más sujetadores 10 (véanse las Figuras 1A, 2A), en donde la abertura 40 (véanse las Figuras 1B, 2B) en la porción 42 roscada (véanse las Figuras 1B, 2B) comprende una de una abertura 40a de muesca (véase la Figura 1B) en un extremo 46 inferior (véase la Figura 1B) de la porción 42 roscada (véase la Figura 1B), y una abertura 40b de anillo concéntrico (véase la Figura 2B) en un extremo 44 superior (véase la Figura 2B) de la porción 42 roscada (véase la Figura 2B), u otro tipo adecuado de abertura.

10 Como se muestra en la Figura 6, el método 180 comprende además la etapa 184 de torque de uno o más sujetadores 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) en su lugar en uno o más orificios 11 de sujetador correspondientes (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B). Después de que el sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) está en su lugar, el conjunto 110 de herramientas de inyección (véanse las Figuras 3A-3C, 5A) se acopla preferiblemente a la porción 42 roscada (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) del sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A).

15 Como se muestra en la Figura 6, el método 180 comprende además la etapa 186 de inyectar, bajo presión, un relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) en la abertura 40 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) en la porción 42 roscada (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) de cada sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A), y llenar cada canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) con el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) para hacer que el cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) se expanda radialmente y haga contacto directo con una superficie 86 de orificio interna (véanse las Figuras 5A-5B) del orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B). El relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) se inyecta o deposita preferiblemente en el sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) con el conjunto 110 de herramientas de inyección (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A).

20 La etapa 186 (véase la Figura 6) de inyectar, bajo presión, el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) y llenar el canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) con el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) comprende preferiblemente llenar el canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) con el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) para hacer que el cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) se expanda radialmente en una expansión 162 radial (véase la Figura 5B) de aproximadamente 0.025 mm (aproximadamente 0.001 pulgadas) a aproximadamente 0.05 mm (aproximadamente 0.002 pulgadas).

25 La etapa 186 (véase la Figura 6) de inyectar, bajo presión, el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) y llenar cada canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) con el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) comprende preferiblemente utilizar un conjunto 110 de herramientas de inyección (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) para inyectar el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) en el sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B).

30 Como se muestra en las Figuras 3B, 3C y 5A, el conjunto 110 de herramientas de inyección comprende un recipiente 118 que contiene el relleno 120 de resina. El recipiente 118 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) está configurado preferiblemente para acoplarse al sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A). Como se muestra en las Figuras 3B, 3C y 5A, el conjunto 110 de herramientas de inyección comprende además un inyector 126 de presión acoplado al recipiente 118, y el inyector 126 de presión está configurado preferiblemente para acoplarse a la abertura 40 en la porción 42 roscada del sujetador 10, tal como el sujetador 10a (véanse las Figuras 1A, 5A) y el sujetador 10b (véase la Figura 2A). El recipiente 118 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) también puede configurarse para acoplarse a la abertura 40 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A). El inyector 126 de presión (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A) está configurado preferiblemente para inyectar el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A), bajo presión, en el sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A).

35 La etapa 186 (véase la Figura 6) de inyectar, bajo presión, el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 5A-5B), comprende además inyectar el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 5A-5B) que comprende un material 122 de resina (véase la Figura 5B) mezclado con un material 124 de relleno (véase la Figura 5B) que puede o no ser eléctricamente conductivo. Como se muestra en la Figura 5B, el relleno 120 de resina comprende el material 122 de resina mezclado con el material 124 de relleno. Como se discutió anteriormente, los materiales 122 de resina de ejemplo (véase la Figura 5B), o materiales de resina aglutinante o sistemas de resina, para el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) pueden comprender resinas epóxicas, resinas de bismaleimida (BMI), resinas fenólicas y resinas de éster de cianato, y los materiales 124 de relleno de ejemplo (véase la Figura 5B) para el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) pueden comprender nanotubos de carbono, fibras de carbono picado, partículas de plata y el polímero conductivo poli(3,4-etilendioxitiofeno) poliestireno sulfonato (PEDOT/PSS). Los rellenos 120 de resina de ejemplo (véanse las Figuras 5A-5B) comprenden una resina epóxica dopada con partículas de plata; una resina de bismaleimida (BMI) dopada con partículas de plata; una resina fenólica dopada con partículas de plata; una resina de éster de cianato dopada con partículas de plata; una resina epóxica dopada con nanotubos de carbono; una resina de bismaleimida (BMI) dopada con nanotubos de carbono; una resina fenólica dopada con nanotubos de

carbono; una resina de éster de cianato dopada con nanotubos de carbono; una resina epóxica con fibras de carbono picadas; una resina de bismaleimida (BMI) con fibras de carbono picadas; una resina fenólica con fibras de carbono picadas; una resina de éster de cianato con fibras de carbono picadas; y una resina con poli(3,4-etilendioxitiofeno) sulfonato de poliestireno (PEDOT/PSS).

5 La etapa 186 (véase la Figura 6) de inyectar, bajo presión, el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 5A-5B), comprende además seleccionar el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 5A-5B), de modo que el coeficiente de expansión térmica (CTE) del relleno 120 de resina (véanse las Figuras 5A-5B) coincida sustancialmente con un coeficiente de expansión térmica (CTE) del sujetador 10 (véanse las Figuras 5A-5B). Adicional, además de CTEs y características de expansión similares, preferiblemente, el material 122 de resina (véase la Figura 5B), o el material de resina aglutinante o el sistema de resina, del relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) tiene propiedades químicas similares y propiedades estructurales similares que los materiales que componen el sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E, 5A-5B).

10 Como se muestra en la Figura 6, el método 180 puede comprender además opcionalmente, después de la etapa 186 de inyectar el relleno 120 de resina (véanse las Figuras 5A-5B) en el sujetador 10 (véanse las Figuras 5A-5B), la etapa 188 de insertar un dispositivo 94 de tapón desmontable (véase la Figura 5B) en la abertura 40 (véase la Figura 5B) de cada canal 70 de alimentación (véase la Figura 5B) del sujetador 10 (véase la Figura 5B), para impedir fugas del relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) fuera del sujetador 10 (véase la Figura 5B). El dispositivo 94 de tapón desmontable (véase la Figura 5B) puede desmontarse después de curar el sujetador 10 (véase la Figura 5B) y el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B), o el dispositivo 94 de tapón desmontable pueden permanecer unidos al sujetador 10 (véase la Figura 5B) después del curado.

15 Como se muestra en la Figura 6, el método 180 comprende además la etapa 190 de curado de la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B) con el uno o más sujetadores 10 (véase la Figura 5B) instalados en la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B) y llenados con el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B). Una vez que se inyecta o inserta una cantidad efectiva o deseada del relleno 120 de resina (véase la Figura 5A) en el sujetador 10 (véase la Figura 5A), el sujetador 10 (véase la Figura 5A) con el relleno 120 de resina inyectada (véase la Figura 5A) preferiblemente se cura. La etapa 190 de curado puede realizarse utilizando un proceso de curado conocido, tal como un proceso de curado en autoclave, un proceso de curado en bolsa al vacío, un proceso combinado de curado en autoclave y en bolsa al vacío, un proceso de curado por molde de compresión, un proceso de moldeo por transferencia de resina, un proceso de curado a temperatura ambiente u otro proceso de curado adecuado. El curado puede tener lugar a una temperatura elevada y efectiva o calor efectivo y/o presión efectiva por un período de tiempo efectivo, como se requiera de acuerdo con las especificaciones del material para curar efectivamente un relleno 120 de resina elegido (véase la Figura 5A). Durante el curado, el relleno 120 de resina (véase la Figura 5A) se endurece, donde se deposita, en el sujetador 10 (véase la Figura 5A). La temperatura de curado o el calor y/o la presión necesarios dependen del tipo de relleno 120 de resina (véase la Figura 5A) elegido para inyectarse en el sujetador 10 (véase la Figura 5A) y, por lo tanto, puede variar. Como se utiliza en el presente documento, "curado" significa someterse a un proceso de endurecimiento total o parcial, con o sin calor, e incluye precurado o resinas de precurado.

20 Como se muestra en la Figura 6, el método 180 comprende además la etapa 192 de proporcionar un contacto 88 eléctrico (véase la Figura 5B) entre cada sujetador 10 (véase la Figura 5B), tal como el sujetador 10a (véanse las Figuras 1A, 5B) y el sujetador 10b (véase la Figura 2A), y la superficie 86 de orificio interna (véase la Figura 5B) de cada orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5B), y proporcionar distribución de la corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B) tal como la resultante del impacto 170 de rayo (véase la Figura 7) a la aeronave 200a (véase la Figura 7).

25 La etapa 192 de proporcionar contacto 88 eléctrico (véase la Figura 5B) y proporcionar distribución de corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B) comprende distribuir una distribución 153 de corriente eléctrica de la porción de cabeza (véase la Figura 5B) y una distribución 154 de corriente eléctrica del cuerpo de árbol (véase la Figura 5B). Como se muestra en la Figura 5B, la distribución 154 de corriente eléctrica del cuerpo de árbol es uniforme a lo largo de una longitud 96 del cuerpo 20 de árbol que se expande radialmente, por ejemplo, que sufrió una expansión 162 radial, y la distribución 153 de corriente eléctrica de la porción de cabeza es mayor que la distribución 154 de corriente eléctrica del cuerpo de árbol. Después de que el sujetador 10 (véase la Figura 5B) se expande con el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B), el sujetador 10 (véase la Figura 5B) tiene preferiblemente un ajuste 150 de interferencia (véase la Figura 5B) en la porción 22 de cabeza con la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B), y un ajuste 150 de interferencia (véase la Figura 5B) a través del cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B), con la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B).

30 Ahora con referencia a la Figura 7, la Figura 7 es una ilustración de una vista en perspectiva de un vehículo 200 aéreo, tal como una aeronave 200a, que puede incorporar una o más estructuras 102 compuestas, tales como, por ejemplo, una o más estructuras 102b compuestas de aeronaves, que tienen ejemplos de los sujetadores 10 (véanse las Figuras 1A, 2A) de la divulgación. Preferiblemente, las estructuras 102 compuestas (véase la Figura 7) comprenden estructuras 102a de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP) (véanse las Figuras 3A-3C, 5A-5B). Como se muestra en la Figura 7, la aeronave 200a comprende dichos componentes como un fuselaje 202, una nariz

204, una cubierta 206 de vuelo, alas 208, una o más unidades 210 de propulsión o motores, y una cola 212 que comprende un estabilizador 214 vertical y estabilizadores 216 horizontales.

Aunque el vehículo 200 aéreo, tal como la aeronave 200a, que se muestra en la Figura 7 es en general representativo de una aeronave comercial de pasajeros que tiene una o más estructuras 102 compuestas, las enseñanzas de los ejemplos divulgados pueden aplicarse a otras aeronaves de pasajeros. Por ejemplo, las enseñanzas de los ejemplos divulgados pueden aplicarse a aeronaves de carga, aeronaves militares, helicópteros y otros tipos de aeronaves o vehículos aéreos, así como a vehículos aeroespaciales, satélites, vehículos de lanzamiento espacial, cohetes y otros vehículos aeroespaciales.

Con referencia ahora a las Figuras 8-9, la Figura 8 es un diagrama de flujo de un método 300 de fabricación y servicio de aeronaves. La Figura 9 es un diagrama de bloques de una aeronave 320. Con referencia a las Figuras 8-9, se pueden describir ejemplos de la divulgación en el contexto del método 300 de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la Figura 8, y la aeronave 320 como se muestra en la Figura 9.

Como se muestra en la Figura 8, durante la preproducción, el método 300 de fabricación y servicio de ejemplo de aeronaves puede incluir la especificación y el diseño 302 de la aeronave 320 (véase la Figura 9) y la adquisición 304 de material. Durante la fabricación, tiene lugar la fabricación 306 de componentes y subconjuntos (véase la Figura 8) y la integración 308 del sistema (véase la Figura 8) de la aeronave 320 (véase la Figura 9). A partir de entonces, la aeronave 320 (véase la Figura 9) puede pasar por la certificación y la entrega 310 (véase la Figura 8) con el fin de ser puesta en servicio 312 (véase la Figura 8). A la vez que está en servicio 312 (véase la Figura 8) por un cliente, la aeronave 320 (véase la Figura 9) puede ser programada para el mantenimiento de rutina y el servicio 314 (véase la Figura 8) el cual también puede incluir modificación, reconfiguración, reacondicionamiento y otros servicios adecuados.

Cada uno de los procesos del método 300 de fabricación y servicio de aeronaves (véase la Figura 8) puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistema, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistema puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales. Un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores. Un operador puede incluir una aerolínea, una empresa de arrendamiento financiero, una entidad militar, una organización de servicios y otros operadores adecuados.

Como se muestra en la Figura 9, la aeronave 320 producida mediante el ejemplo de fabricación de aeronaves y método 300 de servicio (véase la Figura 8) puede incluir un armazón 322 con una pluralidad de sistemas 324 y un interior 326. Como se muestra adicionalmente en la Figura 9, los ejemplos de la pluralidad de sistemas 324 pueden incluir uno o más de un sistema 328 de propulsión, un sistema 330 eléctrico, un sistema 332 hidráulico y un sistema 334 ambiental. Se pueden incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria automotriz.

Los métodos y sistemas incorporados en el presente documento pueden emplearse durante una cualquiera o más de las etapas del método 300 de fabricación y servicio de aeronaves (véase la Figura 8). Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes a la fabricación 306 de componentes y subconjuntos (véase la Figura 8) pueden fabricarse o manufacturarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos a la vez que la aeronave 320 (véase la Figura 9) está en servicio 312 (véase la Figura 8). Además, uno o más ejemplos de aparatos, ejemplos de métodos, o una combinación de los mismos, pueden utilizarse durante la fabricación 306 de componentes y subconjuntos (véase la Figura 8) y la integración 308 de sistema (véase la Figura 8), por ejemplo, agilizándolo sustancialmente el montaje de o reducir el coste de la aeronave 320 (véase la Figura 9). De manera similar, uno o más ejemplos de aparatos, ejemplos de métodos, o una combinación de los mismos, pueden utilizarse a la vez que la aeronave 320 (véase la Figura 9) está en servicio 312 (véase la Figura 8), por ejemplo y sin limitación, para servicio 314 y mantenimiento (véase la Figura 8).

Los ejemplos divulgados del sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E), el sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C, 5A-5B) y el método 180 (véase la Figura 6) proporcionan un sujetador 12 de ajuste de holgura conforme (véanse las Figuras 1A, 2A) que es expansible y lleno de resina. El sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E) tiene un canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 1B, 2B, 5B), tal como en la forma de un canal 70a de alimentación central (véanse las Figuras 1B, 5B), y tal como en la forma de un canal 70b de alimentación de anillo concéntrico (véanse las Figuras 2B, 2E), configurado para recibir un relleno 120 de resina (véanse las Figuras 5A-5B) dentro del canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E, 5B). El canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E, 5B) tiene un interior 80 (véanse las Figuras 1B, 2B) que es hueco y está diseñado para expandirse radialmente, una vez que se inserta en un orificio 11 de sujetador correspondiente (véanse las Figuras 3B, 3C, 5A-5B) y se llena con un relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) que fuerza o provoca la expansión 162 radial (véase la Figura 5B) del cuerpo 20 de árbol (véanse las Figuras 1B, 2B, 5B) del sujetador 10 (véanse las Figuras 1B, 2B, 5B), y permite el contacto físico directo y el contacto 88 eléctrico mejorado (véase la Figura 5B) entre el sujetador 10 (véanse las Figuras 1B, 2B, 5B) y la superficie 86 de orificio interna (véase la Figura 5B) del orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5B).

El relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) también sirve o funciona como un refuerzo 164 estructural (véase la Figura 5B) para la junta 108 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C), y el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) no necesariamente necesita tener características de conductividad eléctrica, ya que la conducción eléctrica puede lograrse principalmente a través de las paredes 168 del cuerpo de árbol (véase la Figura 5B) del sujetador 10 (véase la Figura 5B). El sujetador 12 de ajuste de holgura conforme (véanse las Figuras 1B, 2B) está configurado preferiblemente para instalación con un ajuste 148 de holgura (véase la Figura 5A) en un orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5A), mitigando así la necesidad de un coste elevado, los sujetadores 1 con manguito conocidos (véase la Figura 4), a la vez que también permite una eficiencia mejorada en el proceso de montaje. Por lo tanto, el cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B) del sujetador 10 (véase la Figura 5B) es expansible y está configurado para expandirse radialmente al llenarse con el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) que también proporciona refuerzo 164 estructural (véase la Figura 5B). El tipo de relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) utilizado puede determinarse con base en el diseño y las aplicaciones previstas del sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A) y el sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C, 5A-5B) utilizado.

Además, se divulgan ejemplos del sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E), el sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C, 5A-5B) y el método 180 (véase la Figura 6) que proporciona un diseño 166 de protección contra rayos (véase la Figura 5B), donde el sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E) no requiere un manguito 2 (véase la Figura 4) y un sellante 4 (véase la Figura 4), en comparación con los sujetadores 1 con manguitos conocidos (véase la Figura 4). El sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A), el sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C, 5A-5B) y el método 180 (véase la Figura 6) pueden resolver el problema del sujetador de coste elevado asociado con sujetadores 1 con manguitos conocidos (véase la Figura 4) y la necesidad de juntas de sujetador que tienen un ajuste 150 de interferencia (véase la Figura 4) que pueden ser requeridas para el diseño de protección contra rayos de estructuras compuestas, tales como tanques de combustible compuestos para aeronaves. Además, el sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E), el sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C, 5A-5B) y el método 180 (véase la Figura 6) permiten una junta 108 de sujetador (véanse Figuras 3A-3C) con un ajuste 150 de interferencia (véase la Figura 5B) a lo largo de la longitud 96 (véase la Figura 5B) del cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B), y un ajuste 150 de interferencia (véase la Figura 5B) en la porción 22 de cabeza (véase la Figura 5B), y también puede permitir la aplicación de un enfoque de montaje de aeronave más robusto y de coste reducido tal como un montaje de tamaño completo a tamaño completo. Por lo tanto, el sujetador 10 (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E, 5B) es expandible y proporciona transferencia de corriente eléctrica en la porción 22 de cabeza (véase la Figura 5B) y a lo largo del cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B) o vástago, una vez expandido después de la inserción en el orificio 11 de sujetador correspondiente perforado (véase la Figura 5B) y llenado con el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B). El sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E, 5B) es preferiblemente un sujetador 12 de ajuste de holgura conforme económico, sin manguito, expansible (véanse las Figuras 1A, 2A) que se utiliza junto con el relleno 120 de resina (véase la Figura 5B) para producir el equivalente, o mejore la conductividad eléctrica y el contacto 88 eléctrico (véase la Figura 5B), en comparación a los sujetadores 1a de ajuste de interferencia con manguito conocidos (véase la Figura 4).

Además, los ejemplos divulgados del sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E), el sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C, 5A-5B) y el método 180 (véase la Figura 6) pueden proporcionar un peso total reducido de un vehículo 200 aéreo (véase la Figura 7), tal como una aeronave 200a (véase la Figura 7), disminuyendo el uso de sellantes aislantes de manera eléctrica pesados en los sujetadores, por ejemplo, como se utiliza en tanques de combustible de aeronaves, para protección contra impactos 170 de rayos (véase la Figura 7) u otros efectos electromagnéticos o eventos eléctricos, mediante la disminución del uso de sujetadores 1 con manguito conocidos (véase la Figura 4), tales como sujetadores 1a de ajuste por interferencia con manguito (véase la Figura 4) que pueden agregar peso, y al disminuir el uso de numerosos sellos de tapa de sujetador en los sujetadores que pueden agregar peso. Además, el sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E), el sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C, 5A-5B) y el método 180 (véase la Figura 6) pueden reducir el coste de la mitigación de rayos en las estructuras 102 compuestas (véase la Figura 7) de la aeronave 200a (véase la Figura 7) empleando los sujetadores 10 menos costosos (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E) divulgados en el presente documento que proporcionan una conexión eléctrica equivalente o mejor a las estructuras 102 compuestas (véanse las Figuras 3A-3C, 7), tales como los revestimientos de ala de compuesto de las aeronaves.

El coste de los sellantes secundarios y los sellos de tapa de sujetador también se pueden reducir con los sujetadores 10 divulgados (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E) y el sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C). A diferencia de los sujetadores 1 con manguitos conocidos (véase la Figura 4) que utilizan un sellante 4 (véase la Figura 4), por ejemplo, una resina de polisulfuro, durante el montaje con fines de sello de combustible, el sujetador 10 (véanse las Figuras 1B, 2B) no utiliza un manguito 2 (véase la Figura 4) o un sellante 4 (véase la Figura 4), y utiliza un relleno 120 de resina (véanse las Figuras 5A-5B) para llenar el canal 70 de alimentación (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E, 5B) del sujetador 10 (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E, 5B) para expandir radialmente las paredes 168 del cuerpo de árbol (véase la Figura 5B) para permitir el contacto eléctrico y físico entre el sujetador 10 (véanse las Figuras 1B, 2B, 2E, 5B) y la superficie 86 de orificio interna (véase la Figura 5B) del orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5B).

El sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E) proporciona un sujetador que tiene un coste reducido y un peso reducido que puede utilizarse en estructuras 102 compuestas (véase la Figura 4), tales como tanques de combustible compuestos de aeronaves 200a (véase la Figura 7) para lograr un buen contacto 88 eléctrico (véase la

Figura 5B) entre el sujetador 10 (véase la Figura 5B) y la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B), por ejemplo, una interfaz de sujetador a estructura compuesta, aumentando así la capacidad de carga de corriente de la junta 108 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C) formada por el sujetador 10 (véase la Figura 5B) sujeto a la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B). Para la protección contra rayos de las estructuras 102a de plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP) (véanse las Figuras 3A-3C, 5A-5B) con juntas 108 de sujetador (véanse las Figuras 3B, 3C), es deseable aumentar la capacidad de carga de la corriente de rayos de las juntas 108 de sujetador (véanse las Figuras 3B, 3C) proporcionando un área de contacto eléctrico de superficie a lo largo de la longitud 96 (véanse las Figuras 5A-5B) del sujetador 10 (véanse las Figuras 5A-5B) y la superficie 86 de orificio interna (véase la Figura 5B) del orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5B), a través del cual se inserta el sujetador 10, tal como un sujetador de metal, en la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B).

El sujetador 12 de ajuste de holgura conforme (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E) se puede utilizar en las alas 208 (véase la Figura 7) de una aeronave 200a (véase la Figura 7), y la expansión 162 radial (véase la Figura 5B) aumenta la distribución de corriente 152 eléctrica (véase la Figura 5B) a través del aumento del contacto 88 eléctrico (véase la Figura 5B) entre el cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B) del sujetador 10 (véase la Figura 5B) y la estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B), tal como la estructura 102a CFRP (véase la Figura 5B) o la colocación de CFRP, durante un impacto 170 de rayo (véase la Figura 6). El aumento de la distribución de corriente aumenta las características EME (efecto electromagnético).

Además, se divulgan ejemplos del sujetador 10 (véanse las Figuras 1A, 2A, 2E), el sistema 100 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C, 5A-5B) y el método 180 (véase la Figura 6), que proporcionan un sujetador 10 (véase la Figura 1B) que tiene un cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 1B) con una superficie 64 externa (véase la Figura 1B), tal como en la forma de una superficie 64a externa surcada (véase la Figura 1B) que tiene una pluralidad de surcos 82 (véase la Figura 1B), configurados para contactar con la superficie 86 de orificio interna (véase la Figura 5B) de un orificio 11 de sujetador correspondiente (véase la Figura 5B), para proporcionar una interconexión 90 eléctrica (véase la Figura 5B) con una estructura 102 compuesta (véase la Figura 5B). Después de la expansión 162 radial (véase la Figura 5B), la pluralidad de surcos 82 (véanse las Figuras 1B, 5B) también proporcionan un sello 92 de combustible (véase la Figura 5B) para una junta 108 de sujetador (véanse las Figuras 3A-3C) formada por el sujetador 10 (véanse las Figuras 3B, 3C, 5B) sujeto a la estructura 102 compuesta (véanse las Figuras 3B, 3C, 5B). Por lo tanto, la pluralidad de surcos 82 (véase la Figura 1B) a lo largo del cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 1B) puede mejorar la distribución de corriente y puede servir como un sello integral de combustible una vez que el cuerpo 20 de árbol (véase la Figura 5B) se expande.

Se le ocurrirán diversas modificaciones y otros ejemplos de la divulgación a un experto en la técnica a la cual pertenece esta divulgación que tiene el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados. Los ejemplos descritos en este documento pretenden ser ilustrativos y no pretenden ser limitantes o exhaustivos. Aunque en este documento se emplean términos específicos, estos se utilizan solo en un sentido genérico y descriptivo y no con fines de limitación.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sujetador (10) que comprende:
- 5 un árbol (14) alargado que tiene un primer extremo (16), un segundo extremo (18) y un cuerpo (20) de árbol dispuesto entre el primer extremo y el segundo extremo, teniendo el cuerpo de árbol una superficie (64) externa y una superficie (66) interna;
- una porción (22) de cabeza dispuesta en el primer extremo;
- una porción (42) roscada dispuesta en el segundo extremo; y
- 10 al menos un canal (70) de alimentación que se extiende a partir de una abertura (40) en la porción roscada, a través de la superficie interna del cuerpo de árbol, paralela a un eje (78) central longitudinal del árbol alargado, y que termina en una ubicación proximal a la porción de cabeza;
- 15 en donde el cuerpo de árbol está configurado para expandirse radialmente tras la inyección, bajo presión, de un relleno (120) de resina en al menos un canal de alimentación, cuando el sujetador está instalado en un orificio (11) de sujetador correspondiente formado en una estructura compuesta, y en donde además se expande radialmente, la superficie externa del cuerpo de árbol está configurada para hacer contacto directo con una superficie (86) de orificio interna del orificio de sujetador correspondiente, dando como resultado que el sujetador proporcione contacto eléctrico con la estructura compuesta y proporcione distribución de corriente eléctrica a la estructura compuesta.
2. El sujetador (10) de la reivindicación 1, en donde la abertura (40) en la porción (42) roscada comprende una abertura (40a) de muesca en un extremo (46) inferior de la porción roscada, y el canal (70) de alimentación comprende un canal (70a) de alimentación central.
- 20 3. El sujetador (10) de la reivindicación 1, en donde la abertura (40) en la porción (42) roscada comprende una abertura (40b) de anillo concéntrico en un extremo (44) superior de la porción roscada, y el canal (70) de alimentación comprende un canal (70b) de alimentación de anillo concéntrico.
- 25 4. El sujetador (10) de la reivindicación 3, en donde el cuerpo (20) de árbol comprende además una o más ranuras (87) longitudinales que se extienden a partir de la abertura (40b) de anillo concéntrico en el extremo (44) superior de la porción (42) roscada, a través de la superficie (64) externa del cuerpo de árbol, paralela al eje (78) central longitudinal del árbol (14) alargado, y que termina proximal a la porción (22) de cabeza.
- 30 5. El sujetador (10) de cualquier reivindicación precedente en donde la superficie (64) externa del cuerpo (20) de árbol comprende una pluralidad de surcos (82) configurados para contactar la superficie (86) del orificio interna del orificio (11) de sujetador correspondiente para proporcionar interconexión eléctrica con la estructura (102) compuesta y para proporcionar un sello (92) de combustible para una junta (108) de sujetador formada por el sujetador asegurado a la estructura compuesta.
- 35 6. El sujetador (10) de cualquier reivindicación precedente en donde el sujetador comprende un sujetador (12) de ajuste de holgura conforme, que cuando se utiliza con el relleno (120) de resina que hace que el cuerpo (20) de árbol se expanda radialmente, da como resultado una distribución (152) de corriente eléctrica que comprende una distribución (153) de corriente eléctrica de porción de cabeza y una distribución (154) de corriente eléctrica del cuerpo de árbol.
7. La combinación de un sujetador (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y una estructura (102) compuesta.
- 40 8. Un vehículo tal como una aeronave, nave espacial, helicóptero, embarcación, automóvil o camión, comprendiendo el sujetador (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 o la combinación del sujetador (10) y la estructura (102) compuesta de la reivindicación 7.
9. Un método para proporcionar contacto eléctrico (88) con una estructura (102) compuesta de una aeronave (200a) y distribución de corriente (152) eléctrica a la aeronave, comprendiendo el método las etapas de:
- 45 instalar uno o más sujetadores (10) en uno o más orificios (11) de sujetador correspondientes formados en la estructura compuesta, comprendiendo cada sujetador:
- un árbol (14) alargado que tiene un primer extremo (16) con una porción (22) de cabeza, un segundo extremo (18) con una porción (42) roscada, y un cuerpo (20) de árbol dispuesto entre el primer extremo y el segundo extremo, teniendo el cuerpo de árbol una superficie (64) externa y una superficie (66) interna; y
- 50 al menos un canal (70) de alimentación que se extiende a partir de una abertura (40) en la porción roscada, a través de la superficie interna del cuerpo de árbol, paralela a un eje (78) central longitudinal del árbol alargado, y que termina en una ubicación proximal a la porción de cabeza;

- el torque de uno o más sujetadores en su lugar en uno o más orificios de sujetador correspondientes; inyectar, bajo presión, un relleno (120) de resina en la abertura en la porción roscada de cada sujetador, y llenar al menos un canal de alimentación con el relleno de resina para hacer que el cuerpo de árbol se expanda radialmente y haga contacto directo con una superficie (86) de orificio interna del orificio del sujetador correspondiente proporcionando de ese modo contacto eléctrico entre cada sujetador y la superficie de orificio interna de cada orificio del sujetador correspondiente, y proporcionando distribución de corriente eléctrica a la aeronave; y;
- 5 curar la estructura compuesta con uno o más sujetadores instalados en la estructura compuesta y llenados con el relleno de resina.
- 10 10. El método de la reivindicación 9 comprendiendo además, después de inyectar el relleno (120) de resina en el sujetador (10), insertar un dispositivo (94) de tapón desmontable en la abertura (40) de cada canal (70) de alimentación para impedir fugas del relleno de resina fuera del sujetador.
11. El método de las reivindicaciones 9 o 10, en donde la instalación de uno o más sujetadores (10) comprende instalar uno o más sujetadores, en donde el al menos un canal (70) de alimentación comprende uno de, un canal (70a) de alimentación central, y un canal (70b) de alimentación de anillo concéntrico.
- 15 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde inyectar y llenar con el relleno (120) de resina comprende utilizar un conjunto (110) de herramientas de inyección para inyectar el relleno de resina en el sujetador (10), comprendiendo el relleno de resina un material (122) de resina mezclado con un material (124) de relleno que es eléctricamente conductivo, el conjunto de herramientas de inyección comprende un recipiente (118) que contiene el relleno de resina, el recipiente está configurado para acoplarse al sujetador, y en donde el conjunto de herramientas de inyección comprende además un inyector (126) de presión acoplado al recipiente y configurado para acoplarse a la abertura (40) en la porción (42) roscada del sujetador, el inyector a presión configurado para inyectar el relleno de resina, bajo presión, en el sujetador.
- 20 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde inyectar y llenar con el relleno (120) de resina comprende llenar al menos un canal (70) de alimentación con el relleno de resina para hacer que el cuerpo (20) de árbol se expanda radialmente en una expansión radial de aproximadamente 0.025 mm (aproximadamente 0.001 pulgadas) a aproximadamente 0.05 mm (aproximadamente 0.002 pulgadas).
- 25 14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en donde proporcionar contacto (88) eléctrico y proporcionar distribución (152) de corriente eléctrica comprende distribuir una distribución (153) de corriente eléctrica de porción de cabeza y una distribución (154) de corriente eléctrica del cuerpo de árbol, la distribución de corriente eléctrica del cuerpo de árbol es uniforme a lo largo de una longitud (96) del cuerpo (20) de árbol que se expande radialmente, y la distribución de corriente eléctrica de la porción de cabeza es mayor que la distribución de corriente eléctrica del cuerpo de árbol.
- 30

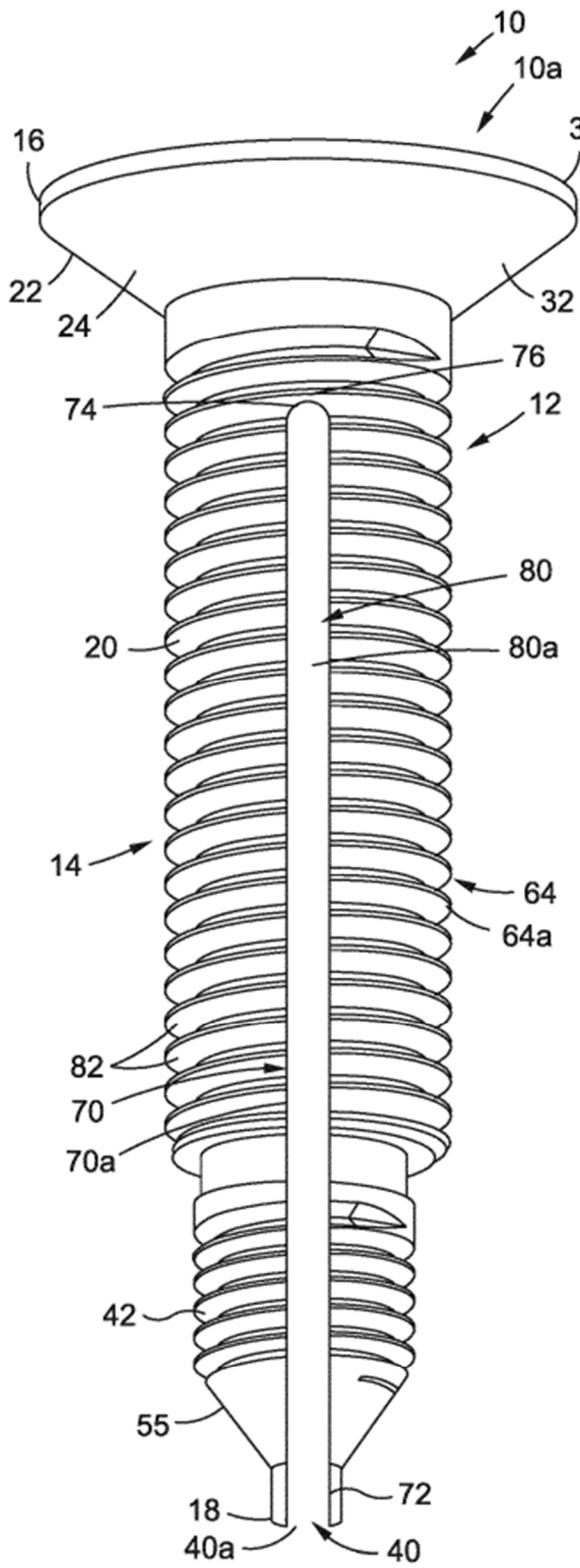


FIG. 1A

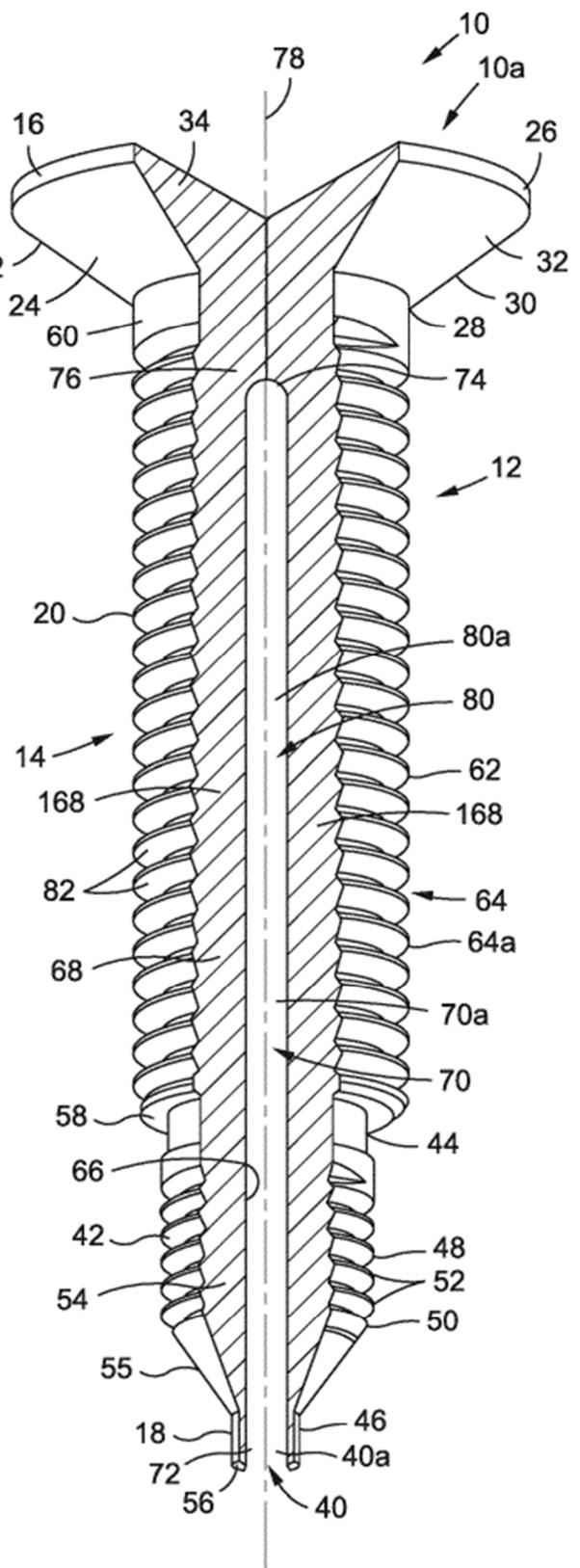
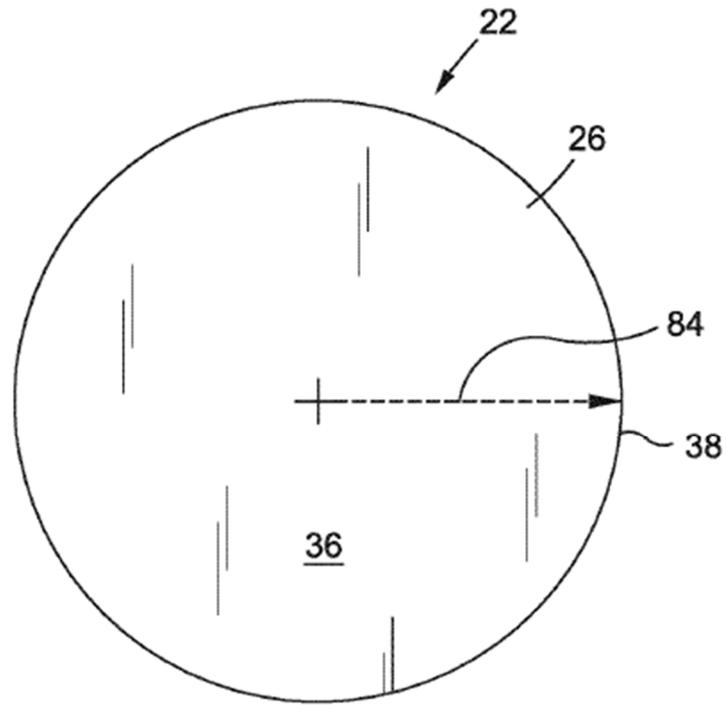
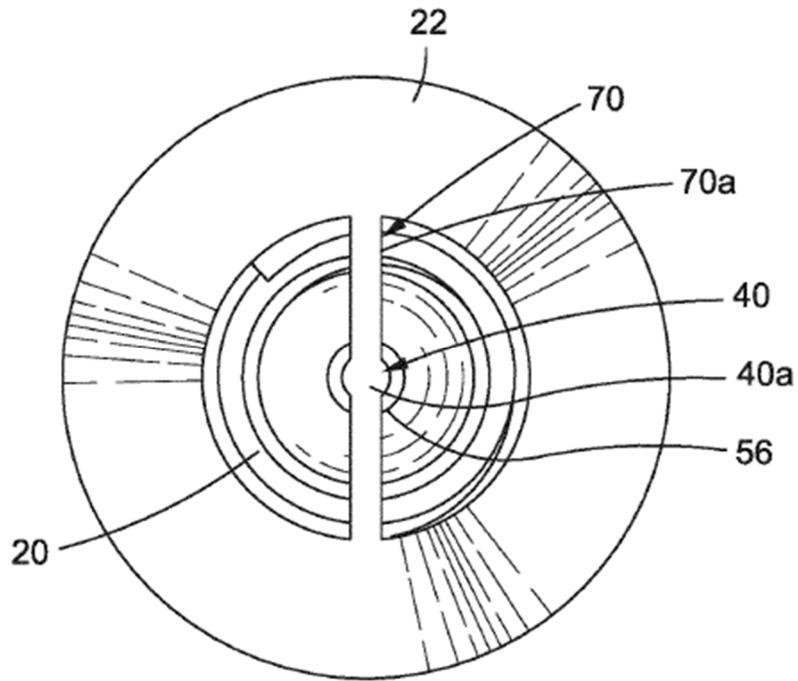


FIG. 1B



**FIG. 1C**



**FIG. 1D**

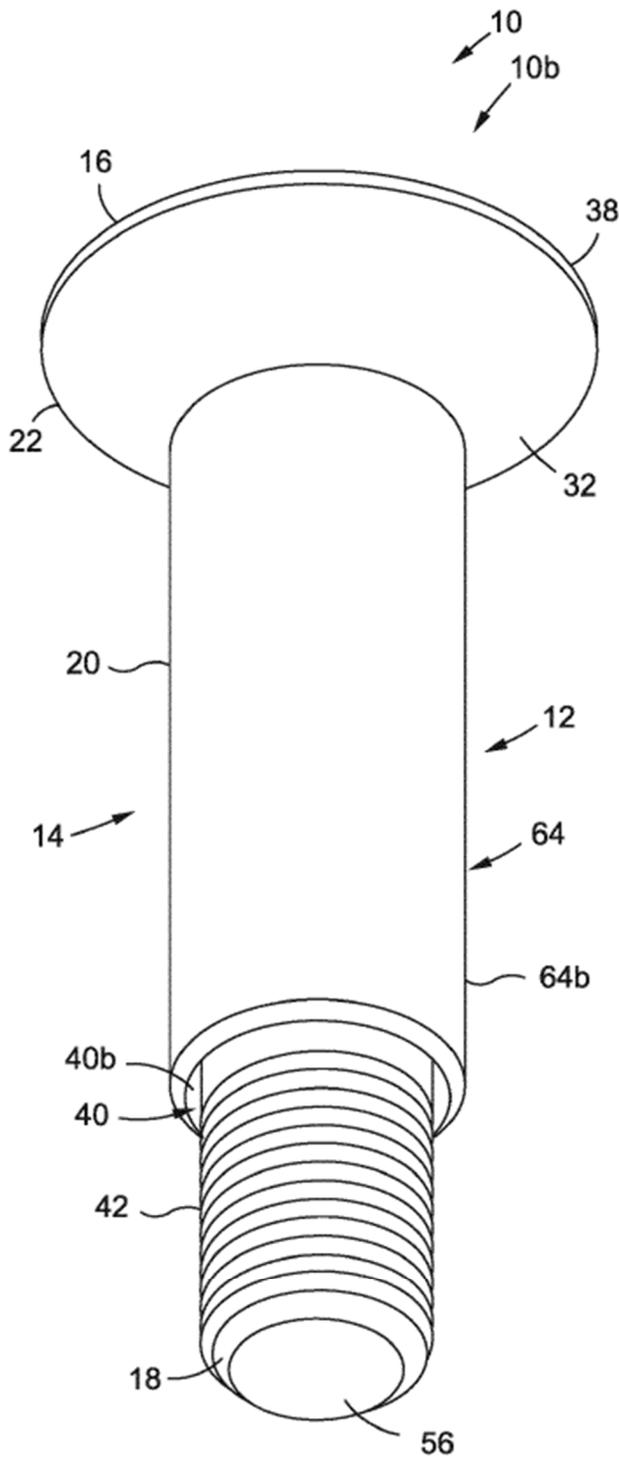


FIG. 2A

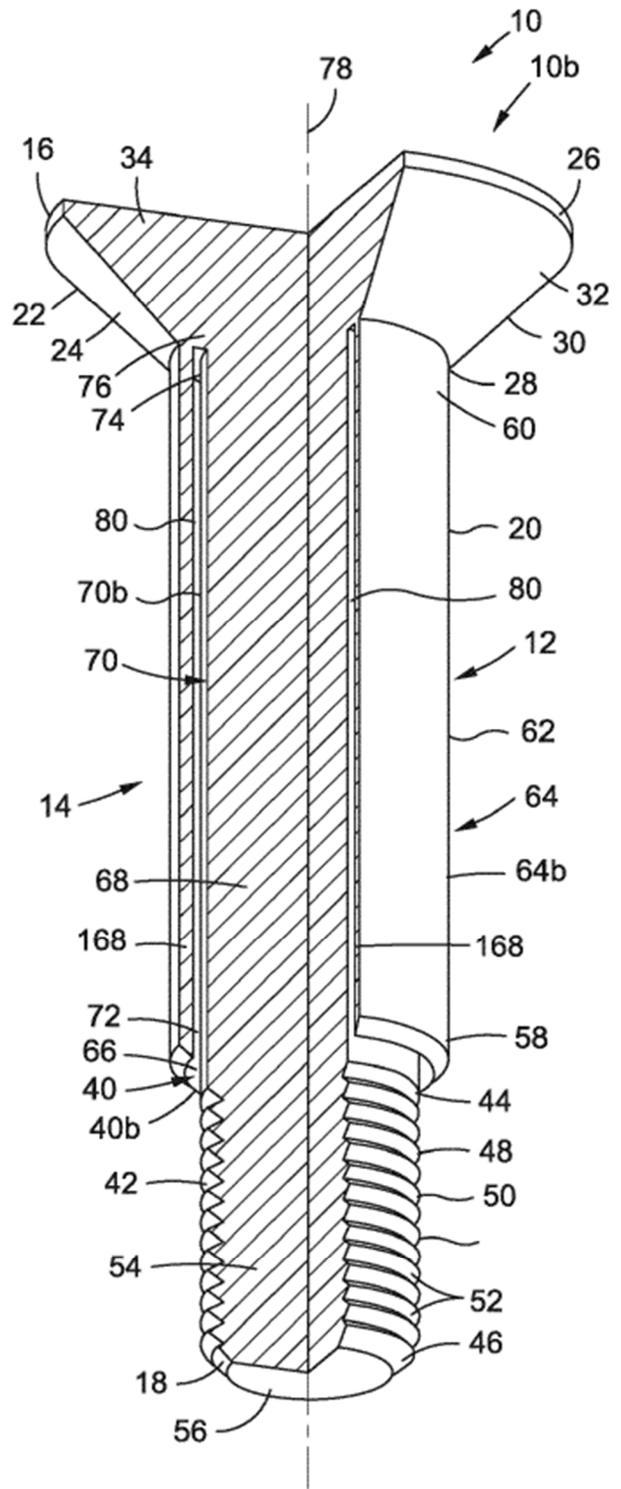
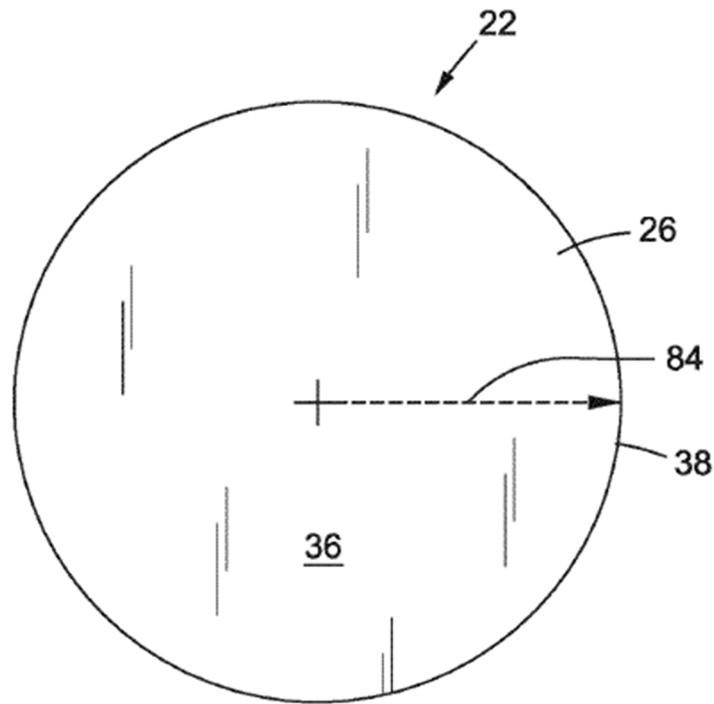
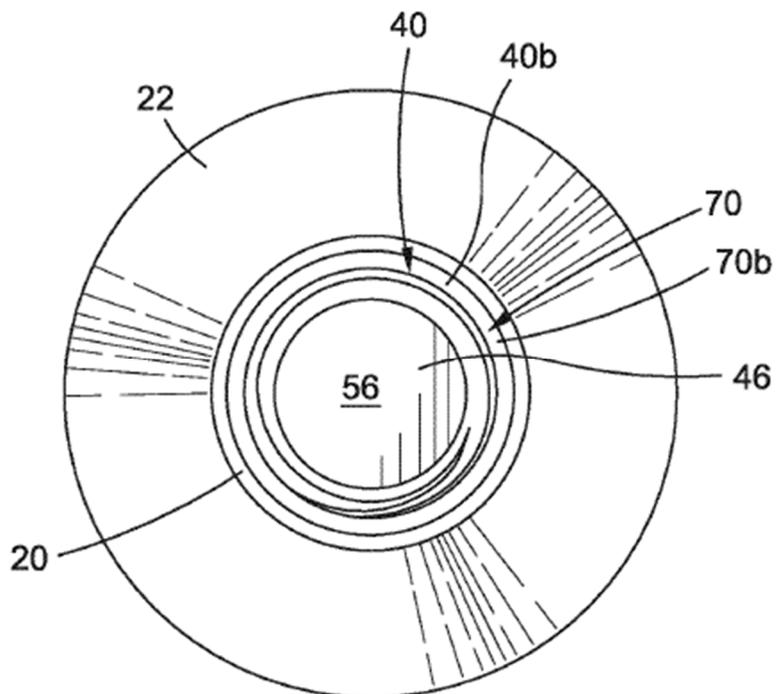


FIG. 2B



**FIG. 2C**



**FIG. 2D**

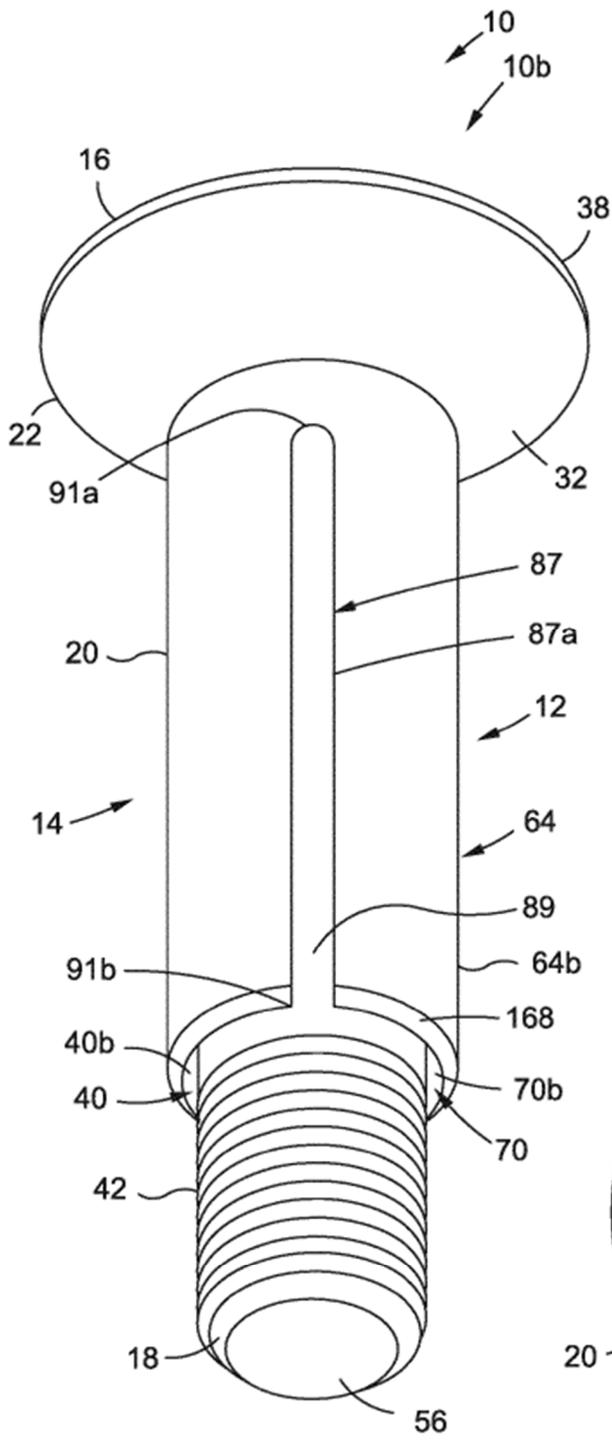


FIG. 2E

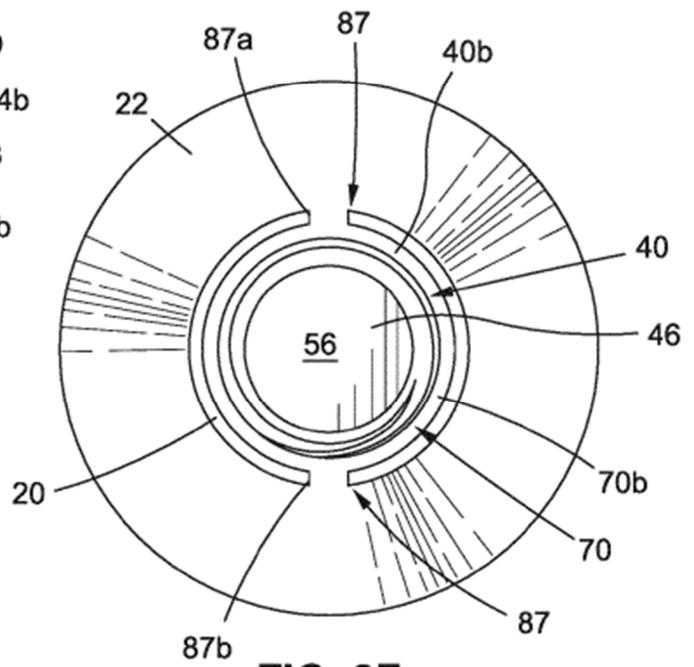


FIG. 2F

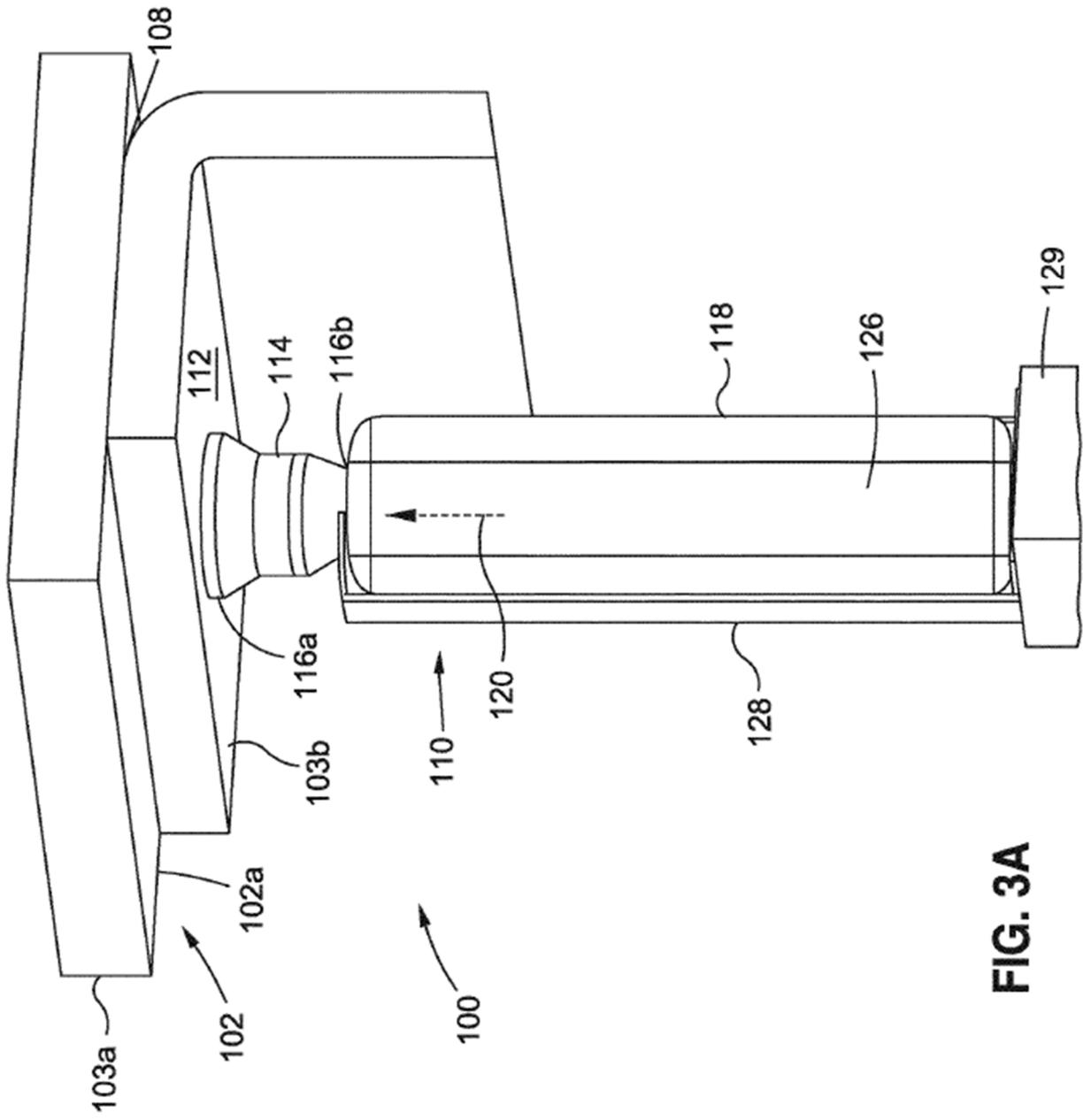


FIG. 3A

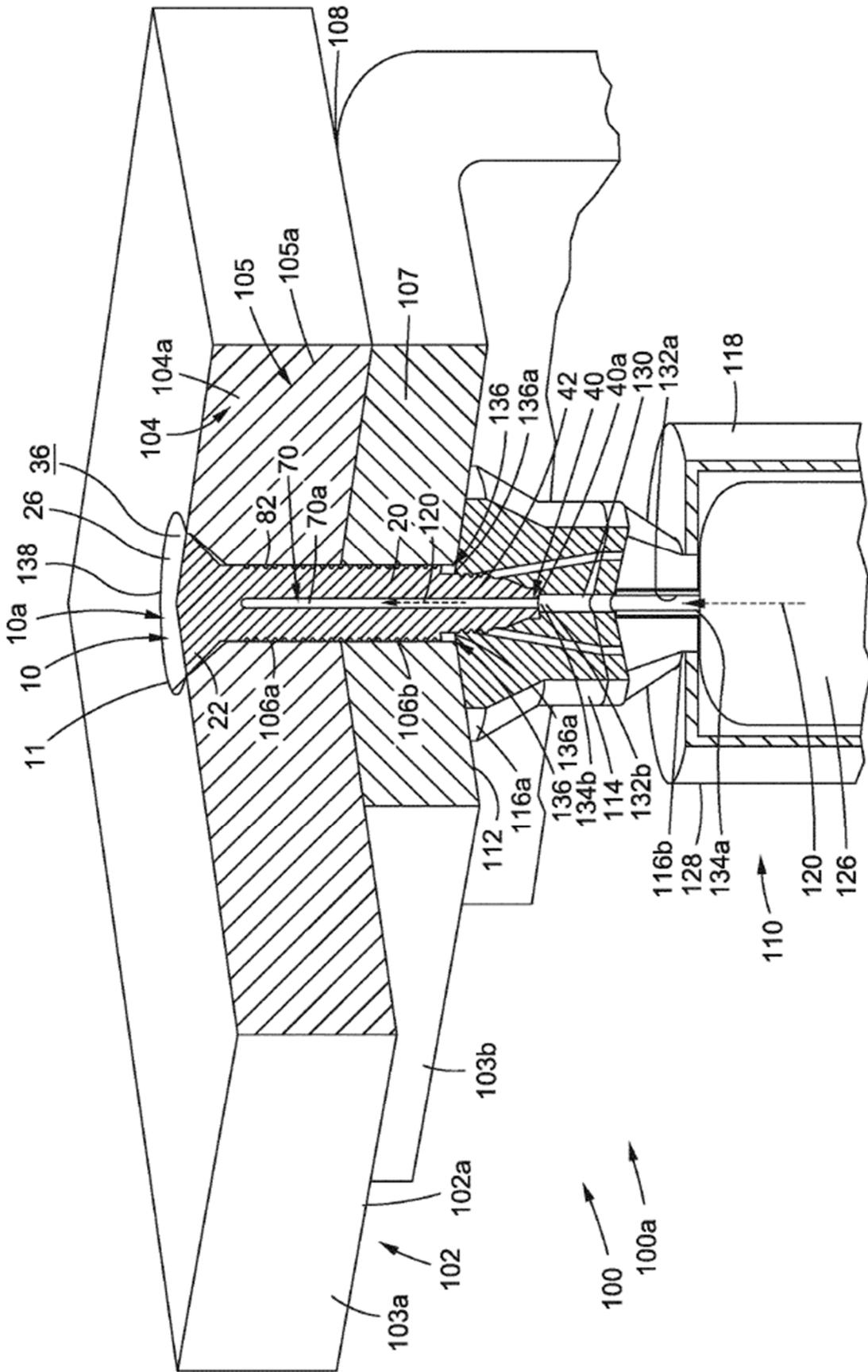
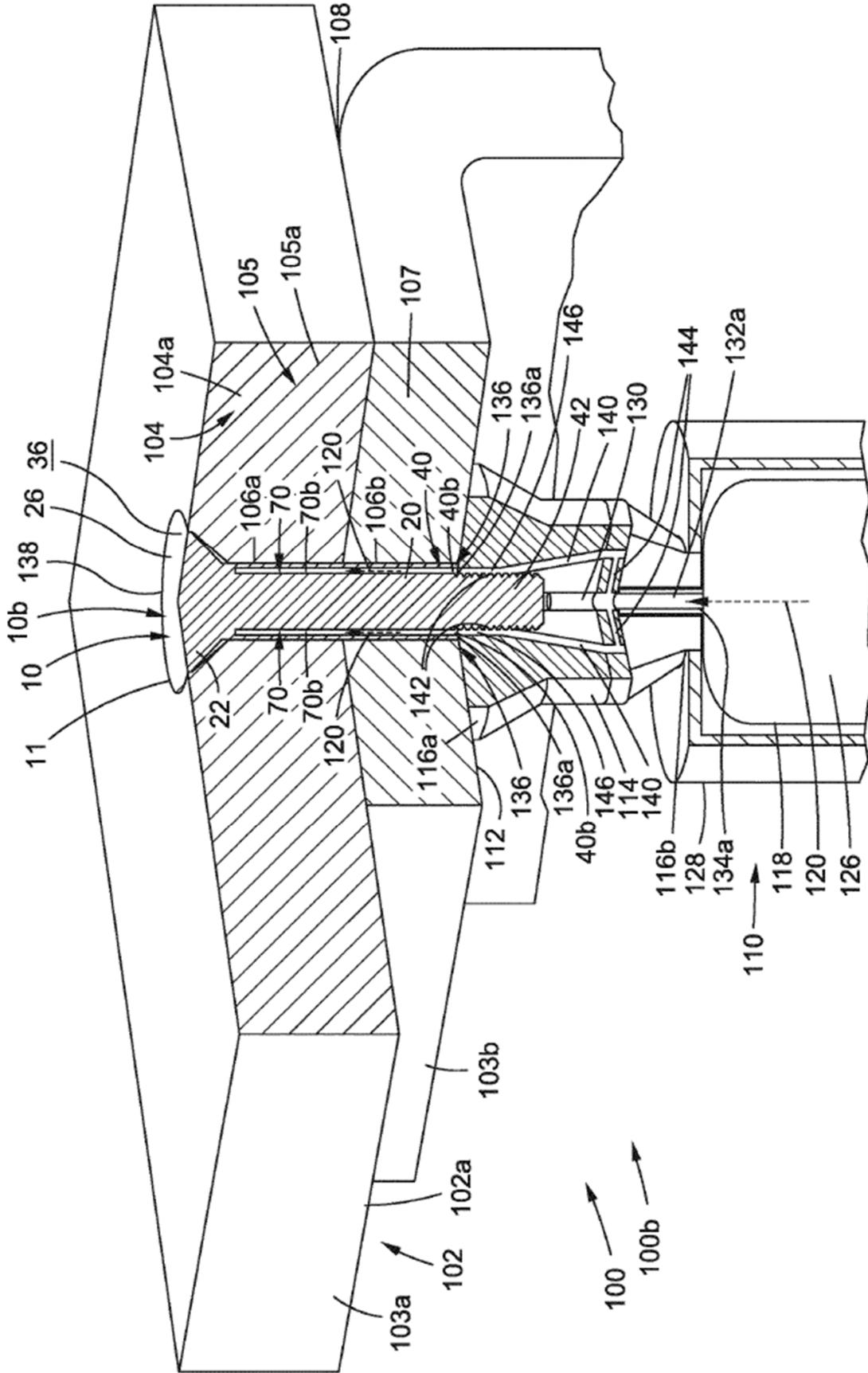
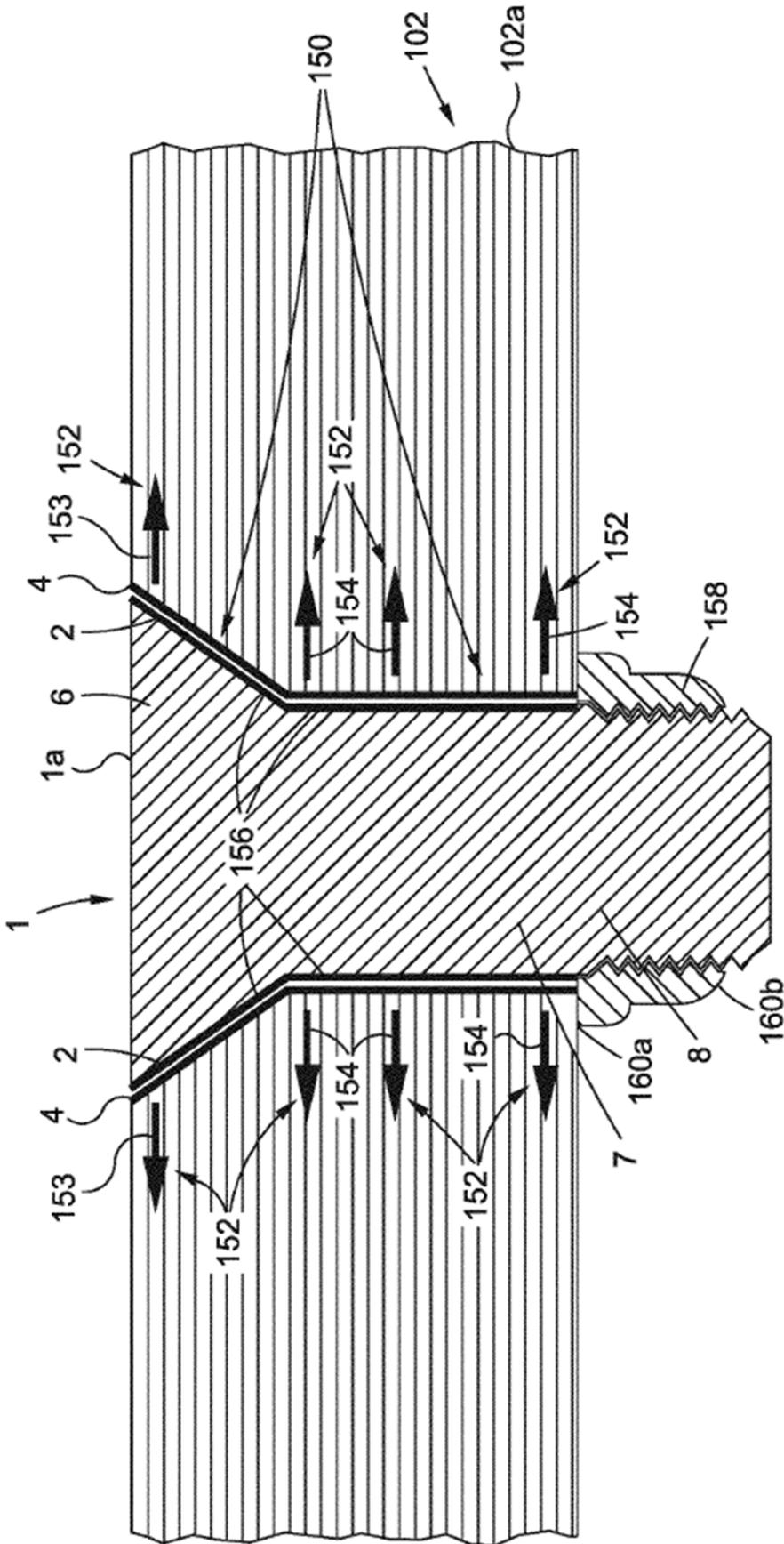


FIG. 3B





**FIG. 4**  
**(TÉCNICA ANTERIOR)**



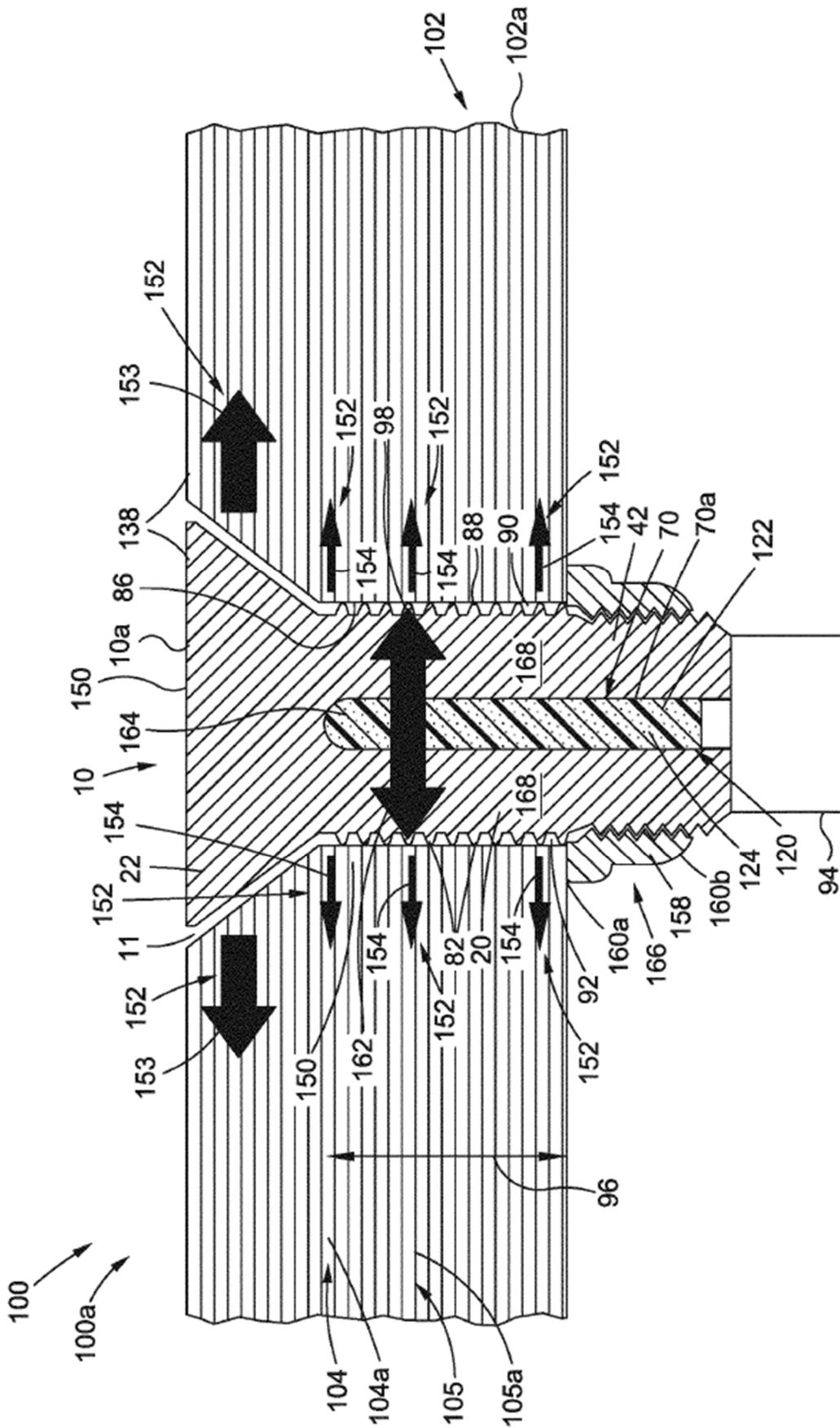
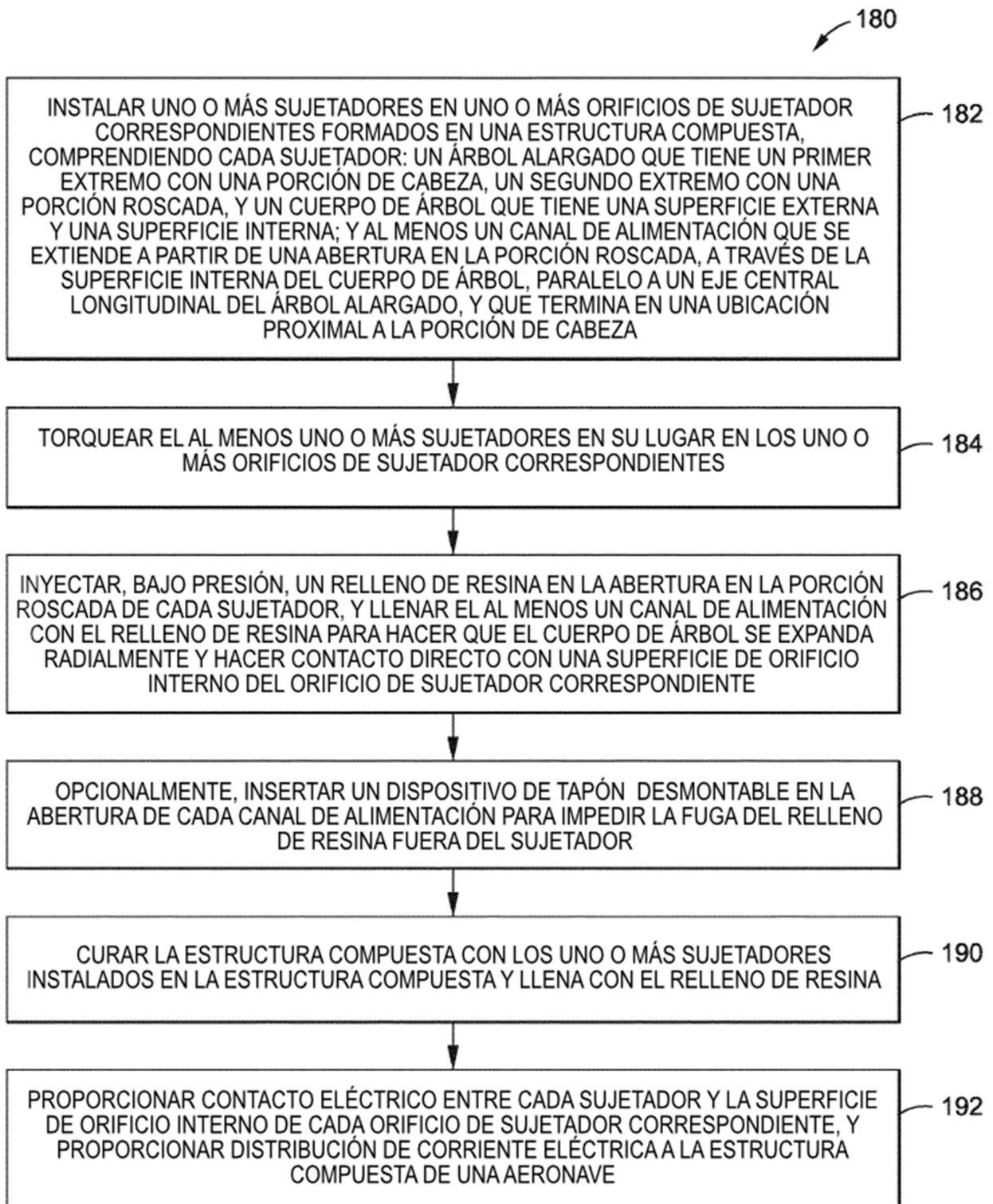


FIG. 5B



**FIG. 6**

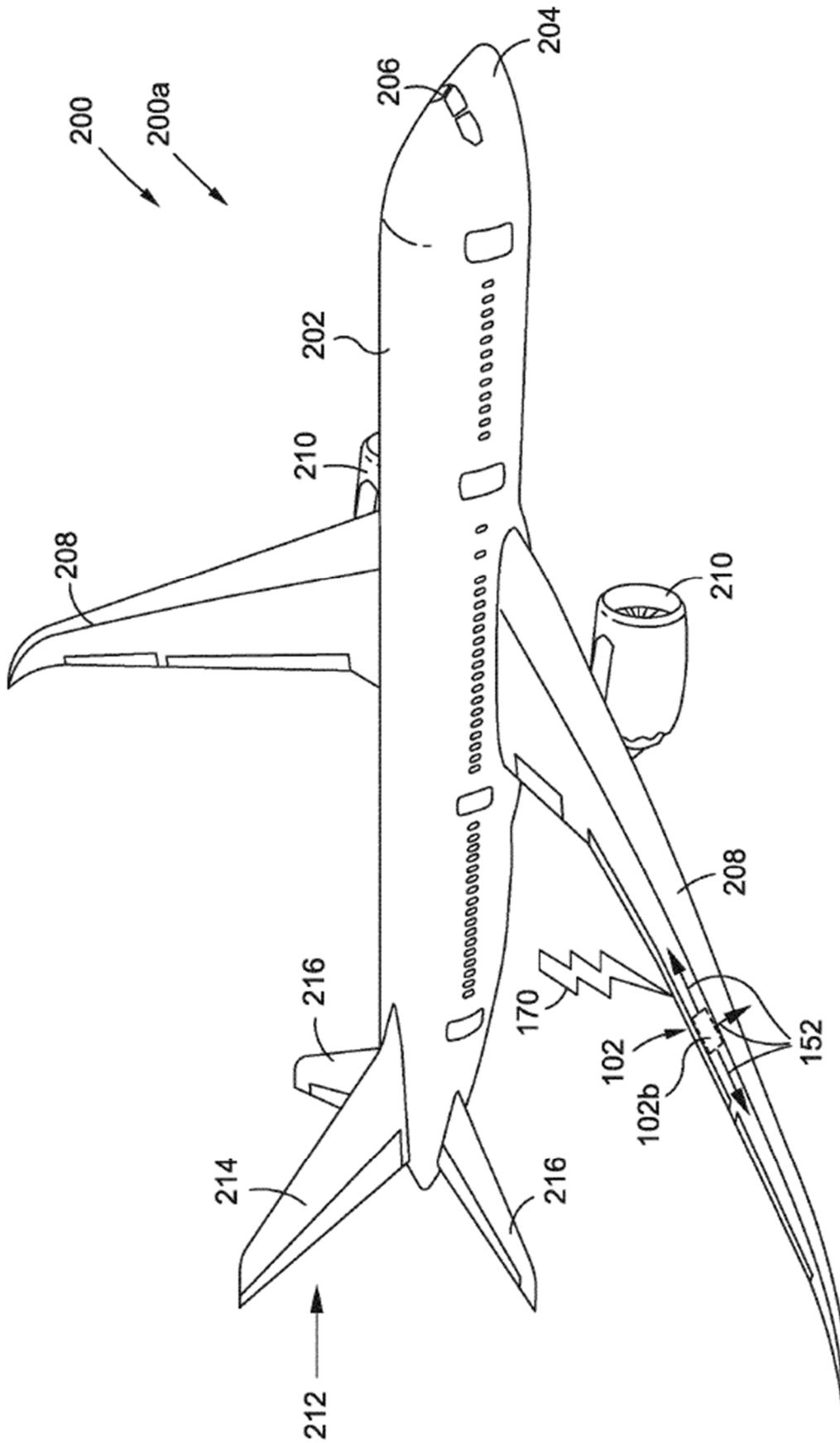


FIG. 7

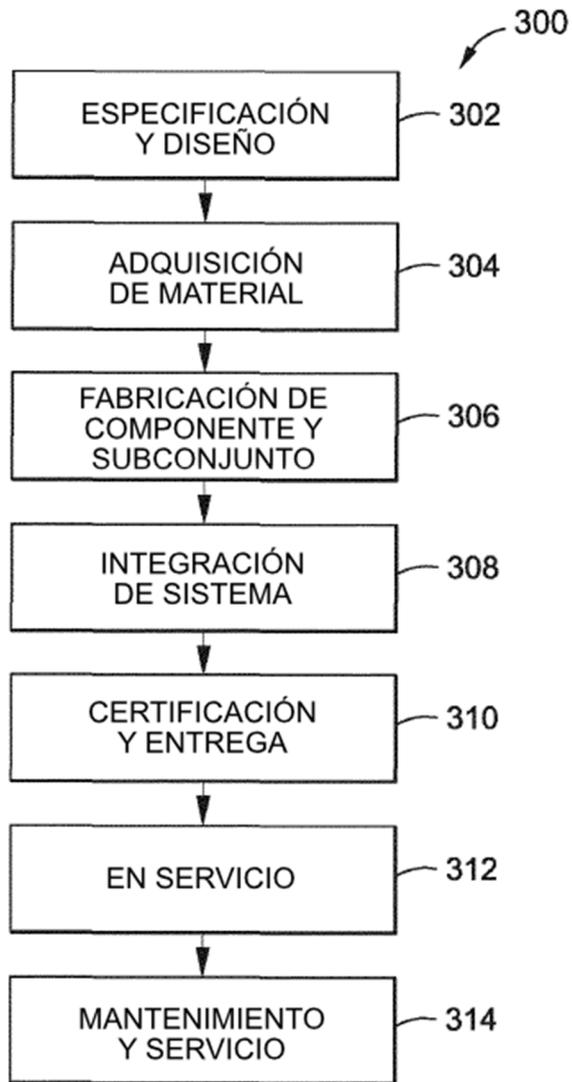


FIG. 8

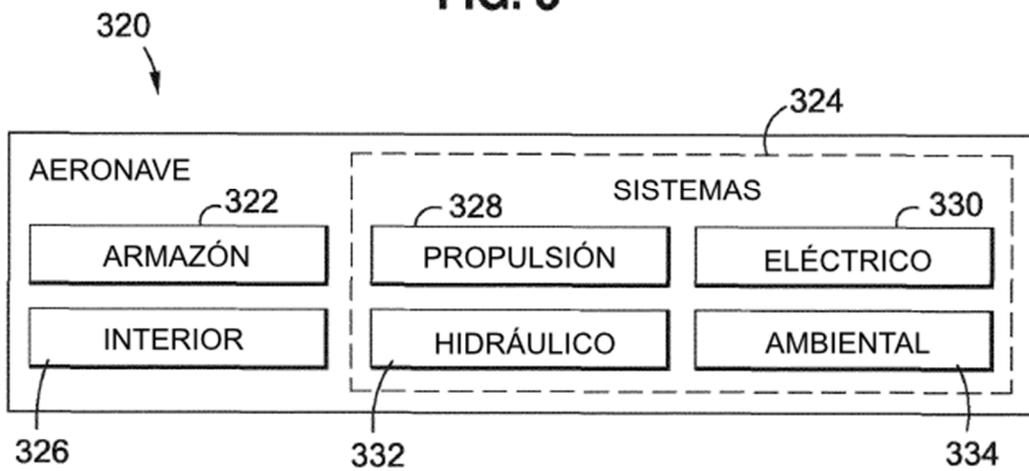


FIG. 9