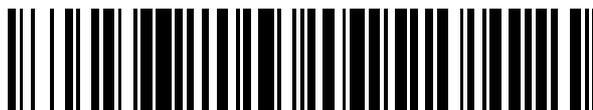


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 598 120**

51 Int. Cl.:

B21J 15/02 (2006.01)

B21J 15/08 (2006.01)

B21J 15/14 (2006.01)

B64D 45/02 (2006.01)

F16B 33/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2015** **E 15157815 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016** **EP 2918356**

54 Título: **Método y sistema para la instalación de elementos de fijación con protección de efecto electromagnético**

30 Prioridad:

12.03.2014 US 201414206145

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

25.01.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

DREXLER, JULIE M.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 598 120 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y sistema para la instalación de elementos de fijación con protección de efecto electromagnético

5 Información de antecedentes

1. Campo:

10 La presente divulgación se refiere en general a aeronaves y, en particular, a la fabricación de aeronaves. Aún más particularmente, la presente divulgación se refiere a un método y a un sistema para la instalación de elementos de fijación con protección de efecto electromagnético en una aeronave.

2. Antecedentes:

15 En la fabricación de aeronaves, diferentes partes pueden conectarse entre sí para formar estructuras de aeronaves. Las estructuras de aeronaves pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, un ala y un fuselaje de una aeronave. En algunos casos, estas estructuras de aeronaves se forman a partir de materiales compuestos.

20 Un número de elementos de fijación se puede usar para montar estructuras compuestas, uniendo estructuras compuestas a la aeronave, o ambos. Típicamente, estos elementos de fijación pueden incluir una cabeza y un vástago de metal. La cabeza puede tener una porción superior que comprende al menos uno de un metal, un material polimérico blando, o algún otro tipo adecuado de material. Miles de elementos de fijación se pueden utilizar en la formación de la aeronave.

25 Una aeronave formada a partir de estructuras compuestas puede estar expuesta a diferentes tipos de condiciones durante su operación. Algunas de estas condiciones pueden provocar efectos electromagnéticos indeseables.

30 Las estructuras compuestas en la aeronave pueden no conducir las corrientes eléctricas y las fuerzas electromagnéticas generadas por estas condiciones fuera de las estructuras de una manera deseada. En otros ejemplos ilustrativos, estos efectos electromagnéticos pueden tener un efecto indeseable en estructuras compuestas, sistemas dentro de la aeronave, o una combinación de los mismos.

35 Para protegerse contra los efectos electromagnéticos, la aeronave puede estar equipada con una protección de efecto electromagnético. La protección de efecto electromagnético puede usarse para desviar la corriente de una manera deseada. Por ejemplo, sin limitación, un revestimiento conductor puede colocarse en la superficie de una estructura compuesta para desviar la corriente de un rayo lejos de los elementos de fijación de metal utilizados para unir las estructuras compuestas. En otros ejemplos ilustrativos, un sellador dieléctrico puede ser utilizado entre los componentes para reducir la formación de arcos y chispas.

40 En algunos casos, un recubrimiento dieléctrico puede estar asociado con la cabeza del elemento de fijación para protegerla contra los efectos electromagnéticos. En un ejemplo ilustrativo, una tapa formada a partir de material dieléctrico puede colocarse en la cabeza del elemento de fijación. En otro ejemplo ilustrativo, la porción más externa de la cabeza del elemento de fijación está formada de un revestimiento dieléctrico. Este recubrimiento dieléctrico puede estar formado de, por ejemplo, sin limitación, un material polimérico blando.

45 Los elementos de fijación que incluyen la protección de eventos electromagnéticos se pueden instalar de varias maneras. Por ejemplo, sin limitación, al menos uno de operadores humanos, máquinas controladas por el hombre, o máquinas controladas por ordenador pueden instalar los elementos de fijación utilizando un dispositivo de instalación. Los elementos de fijación pueden instalarse de tal manera que una superficie sustancialmente lisa se forma en la interfaz entre la estructura compuesta y el elemento de fijación. Por ejemplo, los elementos de fijación pueden ser avellanados en la superficie de la estructura compuesta. Esta superficie sustancialmente lisa puede aumentar el rendimiento aerodinámico de la aeronave.

50 En algunos casos, sin embargo, la instalación de elementos de fijación con protección del efecto electromagnético puede dar lugar a inconsistencias no deseadas que se forman en la porción superior del elemento de fijación. En este ejemplo ilustrativo, la porción superior de un elemento de fijación puede incluir la tapa dieléctrica, el recubrimiento dieléctrico, o ambos, asociados con la cabeza del elemento de fijación. Estas inconsistencias pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, salientes, grietas, huecos, deformaciones, y otros tipos de inconsistencias. Estas inconsistencias pueden reducir la eficacia del dispositivo de fijación para desviar los efectos electromagnéticos, disminuyendo el rendimiento aerodinámico de las estructuras compuestas, o ambos. Por consiguiente, existe una necesidad de un método y un sistema que tenga en cuenta uno o más de los problemas descritos anteriormente, así como posiblemente otras cuestiones.

65 Esta solicitud está relacionada con el documento US 2013/0259604 A1, donde se basa el preámbulo de las reivindicaciones independientes 1 y 6, presentada el 29 de marzo de 2012 y titulada "Sistemas elementos de fijación que proporcionan protección EME".

Sumario

- 5 En una realización ilustrativa, se presenta un método para instalar un elemento de fijación. Una porción superior del elemento de fijación puede estar reforzada. El elemento de fijación se puede instalar en una estructura.
- 10 En otra realización ilustrativa, un sistema de instalación de elementos de fijación puede comprender un elemento de fijación, un sistema de enfriamiento, y una herramienta. El elemento de fijación puede tener una porción superior que incluye un material dieléctrico. El sistema de enfriamiento puede estar configurado para enfriar la porción superior del dispositivo de fijación para reforzar la porción superior. La herramienta se puede configurar para instalar el elemento de fijación en una estructura después del enfriamiento.
- 15 En aún otra realización ilustrativa, se presenta un método para instalar un elemento de fijación. El elemento de fijación puede estar situado dentro de un sistema de enfriamiento asociado con un dispositivo robótico. El sistema de enfriamiento puede estar configurado para enfriar el elemento de fijación antes de instalar el dispositivo de fijación utilizando el dispositivo robótico. El elemento de fijación puede seleccionarse de uno de un perno, un tornillo, una llave hexagonal, un elemento de fijación de ajuste de interferencia, un remache, un perno de bloqueo, y un perno de manga cónica. Una porción superior del elemento de fijación se puede enfriar utilizando al menos uno de hielo seco, nitrógeno líquido, un refrigerador, una unidad de enfriamiento o aire frío para reforzar la porción superior. La porción superior del elemento de fijación puede incluir un material dieléctrico seleccionado de al menos uno de un polímero, un material termoplástico, un material termoestable, un adhesivo, o caucho. El material dieléctrico puede estar configurado para proporcionar una protección de efecto electromagnético. El elemento de fijación puede enfriarse a una temperatura tal que la porción superior del elemento de fijación pueda tener un nivel deseado de rigidez. El elemento de fijación se puede instalar en una estructura usando una pistola de remachar asociada con el dispositivo robótico después del enfriamiento, tal que la deformación en la porción superior del elemento de fijación puede reducirse cuando se instala en la estructura en una aeronave.
- 20 En todavía otra realización ilustrativa, un sistema de instalación de elementos de fijación puede comprender un elemento de fijación que tiene una porción superior que incluye un material dieléctrico. El material dieléctrico puede estar configurado para proporcionar una protección de efecto electromagnético. El material dieléctrico puede formar un tapón dieléctrico configurado para sellar una cabeza del elemento de fijación de la penetración de cargas eléctricas. El elemento de fijación puede seleccionarse de uno de un perno, un tornillo, una llave hexagonal, un elemento de fijación de ajuste de interferencia, un remache, un perno de bloqueo, y un perno de manga cónica. El material dieléctrico puede seleccionarse de al menos uno de un polímero, un material termoplástico, un material termoestable, un adhesivo, o caucho. Un sistema de enfriamiento puede estar asociado con una pistola de remachar y configurado para enfriar la porción superior del dispositivo de fijación para reforzar la porción superior. El sistema de enfriamiento puede enfriar el elemento de fijación a una temperatura tal que la porción superior del elemento de fijación pueda tener un nivel deseado de rigidez. El sistema de enfriamiento puede estar asociado con un dispositivo robótico y puede estar configurado para enfriar el elemento de fijación antes de instalar el dispositivo de fijación utilizando el dispositivo robótico. El sistema de enfriamiento puede comprender al menos uno de hielo seco, nitrógeno líquido, un refrigerante, un refrigerador, una unidad de enfriamiento, o aire frío. Una herramienta puede comprender la pistola de remachar y puede estar configurada para instalar el elemento de fijación en una estructura tras el enfriamiento, de tal manera que puede reducirse la deformación en la porción superior del elemento de fijación. La pistola de remachar puede ser un efector de extremo del dispositivo robótico.
- 30 En resumen, de acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método para instalar un elemento de fijación, incluyendo el método el refuerzo de una porción superior del elemento de fijación; e instalar el elemento de fijación en una estructura.
- 35 Ventajosamente, el método donde el refuerzo de la porción superior del elemento de fijación incluye el enfriamiento de la porción superior del elemento de fijación, donde la porción superior del elemento de fijación incluye un material dieléctrico.
- 40 Ventajosamente, el método donde el material dieléctrico se selecciona de al menos uno de un polímero, un material termoplástico, un material termoestable, un adhesivo, o caucho.
- 45 Ventajosamente, el método donde el elemento de fijación se instala después del enfriamiento, tal que la deformación en la porción superior del elemento de fijación se reduce cuando se instala en la estructura.
- 50 Ventajosamente, el método donde el material dieléctrico se coloca en la porción superior de una cabeza del elemento de fijación y está configurado para proporcionar una protección de efecto electromagnético.
- 55 Ventajosamente, el método donde el refuerzo de la porción superior del elemento de fijación incluye el enfriamiento del elemento de fijación a una temperatura tal que la porción superior del elemento de fijación tiene un nivel deseado de rigidez.
- 60
- 65

Ventajosamente, el método donde el enfriamiento del elemento de fijación incluye el enfriamiento de un material dieléctrico asociado con una cabeza del elemento de fijación tal que el material dieléctrico tiene el nivel deseado de rigidez.

- 5 Ventajosamente, el método incluye además la instalación del elemento de fijación con una pistola de remachar.

Ventajosamente, el método donde la pistola de remachar está asociada con un dispositivo robótico.

- 10 Ventajosamente, el método incluye además colocar el elemento de fijación dentro de un sistema de enfriamiento asociado con el dispositivo robótico y configurado para enfriar el elemento de fijación antes de instalar el dispositivo de fijación utilizando el dispositivo robótico.

Ventajosamente, el método donde el elemento de fijación está instalado en una aeronave.

- 15 Ventajosamente, el método donde el refuerzo de la porción superior del elemento de fijación incluye el enfriamiento de la porción superior del elemento de fijación usando un sistema de enfriamiento que comprende al menos uno de hielo seco, nitrógeno líquido, un refrigerante, un refrigerador, una unidad de enfriamiento, o aire frío.

- 20 Ventajosamente, el método donde el elemento de fijación se selecciona de uno de un perno, un tornillo, una llave hexagonal, un elemento de fijación de ajuste de interferencia, un remache, un perno de bloqueo, y un perno de manga cónica.

- 25 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un sistema de instalación de elementos de fijación que incluye un elemento de fijación que tiene una porción superior que incluye un material dieléctrico; un sistema de enfriamiento configurado para enfriar la porción superior del elemento de fijación para reforzar la porción superior; y una herramienta configurada para instalar el elemento de fijación en una estructura tras el enfriamiento.

- 30 Ventajosamente, el sistema de instalación de elementos de fijación, donde el material dieléctrico está configurado para proporcionar una protección de efecto electromagnético.

Ventajosamente, el sistema de instalación de elementos de fijación, donde el material dieléctrico forma un tapón dieléctrico configurado para sellar una cabeza del elemento de fijación de la penetración de cargas eléctricas.

- 35 Ventajosamente, el sistema de instalación de elementos de fijación, donde el elemento de fijación se instala en la estructura, de tal manera que se reduce la deformación en la porción superior del elemento de fijación.

- 40 Ventajosamente, el sistema de instalación de elementos de fijación, donde el sistema de enfriamiento enfría el elemento de fijación a una temperatura tal que la porción superior del elemento de fijación tiene un nivel deseado de rigidez.

Ventajosamente, el sistema de instalación de elementos de fijación, donde el material dieléctrico se selecciona de al menos uno de un polímero, un material termoplástico, un material termoestable, un adhesivo, o caucho.

- 45 Ventajosamente, el sistema de instalación de elementos de fijación, donde la herramienta incluye una pistola de remachar.

Ventajosamente, el sistema de instalación de elementos de fijación, que incluye además un dispositivo robótico configurado para instalar el elemento de fijación en la estructura usando la pistola de remachar, donde la pistola de remachar es un efector de extremo del dispositivo robótico.

- 50 Ventajosamente, el sistema de instalación de elementos de fijación, donde el sistema de enfriamiento está asociado con el dispositivo robótico y configurado para enfriar el elemento de fijación antes de instalar el elemento de fijación utilizando el dispositivo robótico.

- 55 Ventajosamente, el sistema de instalación de elementos de fijación, donde el sistema de enfriamiento está asociado con la pistola de remachar.

Ventajosamente, el sistema de instalación de elementos de fijación, donde el sistema de enfriamiento comprende al menos uno de hielo seco, nitrógeno líquido, un refrigerante, un refrigerador, una unidad de enfriamiento o aire frío.

- 60 Ventajosamente, el sistema de instalación de elementos de fijación, donde el elemento de fijación se selecciona de uno de un perno, un tornillo, una llave hexagonal, un elemento de fijación de ajuste de interferencia, un remache, un perno de bloqueo, y un perno de manga cónica.

- 65 De acuerdo con todavía otro aspecto de la invención, se proporciona un método para instalar un elemento de fijación, incluyendo el método la colocación del elemento de fijación dentro de un sistema de enfriamiento asociado

con un dispositivo robótico y configurado para enfriar el elemento de fijación antes de instalar el elemento de fijación usando el dispositivo robótico, donde el elemento de fijación se selecciona de uno de un perno, un tornillo, una llave hexagonal, un elemento de fijación de ajuste de interferencia, un remache, un perno de bloqueo, y un perno de manga cónica; enfriar una porción superior del elemento de fijación usando hielo seco para reforzar la porción superior, donde la porción superior del elemento de fijación incluye un material dieléctrico seleccionado de al menos uno de un polímero, un material termoplástico, un material termoestable, un adhesivo, o caucho y configurado para proporcionar una protección de efecto electromagnético, y donde el elemento de fijación se enfría a una temperatura tal que la porción superior del elemento de fijación tiene un nivel deseado de rigidez; e instalar el elemento de fijación en una estructura con una pistola de remachar asociada con el dispositivo robótico después del enfriamiento, tal que la deformación en la porción superior del elemento de fijación se reduce cuando se instala en la estructura en una aeronave.

De acuerdo con todavía otro aspecto de la invención, se proporciona un sistema de instalación de elementos de fijación que incluye un elemento de fijación que tiene una porción superior que incluye un material dieléctrico configurado para proporcionar una protección de efecto electromagnético, donde el material dieléctrico forma un tapón dieléctrico configurado para sellar una cabeza del elemento de fijación de la penetración de cargas eléctricas, donde el elemento de fijación se selecciona de uno de un perno, un tornillo, una llave hexagonal, un elemento de fijación de ajuste de interferencia, un remache, un perno de bloqueo, y un perno de manga cónica, y donde el material dieléctrico se selecciona de al menos uno de un polímero, un material termoplástico, un material termoestable, un adhesivo, o caucho; un sistema de enfriamiento asociado con una pistola de remachar y configurado para enfriar la porción superior del elemento de fijación para reforzar la porción superior, donde el sistema de enfriamiento enfría el elemento de fijación a una temperatura tal que la porción superior del elemento de fijación tiene un nivel deseado de rigidez, donde el sistema de enfriamiento está asociado con un dispositivo robótico y configurado para enfriar el elemento de fijación antes de instalar el elemento de fijación utilizando el dispositivo robótico, y donde el sistema de enfriamiento comprende al menos uno de hielo seco, nitrógeno líquido, un refrigerante, un refrigerador, una unidad de enfriamiento o aire frío; y una herramienta que comprende la pistola de remachar y configurada para instalar el elemento de fijación en una estructura tras el enfriamiento, de tal manera que la deformación en la porción superior del elemento de fijación se reduce, donde la pistola de remachar es un efector de extremo del dispositivo robótico.

Las características y funciones se pueden conseguir independientemente en varias realizaciones de la presente divulgación o se pueden combinar en otras realizaciones en las que más detalles se pueden ver con referencia a la siguiente descripción y a los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

Los nuevos rasgos que se creen que son característicos de las realizaciones ilustrativas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones ilustrativas, sin embargo, así como un modo preferido de uso, otros objetivos y características de las mismas, se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente divulgación, cuando se lee conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

La **figura 1** es una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno de fabricación de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 2** es una ilustración de un entorno de fabricación de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 3** es una ilustración de un elemento de fijación con la protección de efecto electromagnético de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 4** es una ilustración de una vista en sección transversal de un elemento de fijación con la protección de efecto electromagnético de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 5** es una ilustración de un sistema de enfriamiento con elementos de fijación de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 6** es una ilustración de una pistola de remachar utilizada para instalar elementos de sujeción en una estructura de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 7** es una ilustración de una vista en sección transversal de una estructura con elementos de fijación instalados en la estructura de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 8** es una ilustración de una vista en perspectiva de una estructura con elementos de fijación instalados en la estructura de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 9** es una ilustración de una vista en sección transversal de una estructura de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 10** es una ilustración de una pistola de remachar con un sistema de enfriamiento asociado físicamente con la pistola de remachar de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 11** es una ilustración de una pistola de remachar con un sistema de enfriamiento asociado físicamente con la pistola de remachar de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 12** es una ilustración de una pistola de remachar con un sistema de enfriamiento asociado físicamente con la pistola de remachar de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 13** es una ilustración de una vista en sección transversal de una pistola de remachar con un sistema de

enfriamiento de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 14** es una ilustración de una vista en sección transversal de una pistola de remachar con un sistema de enfriamiento de acuerdo con una realización ilustrativa;

5 La **figura 15** es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para la instalación de un elemento de fijación de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 16** es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para el enfriamiento de un elemento de fijación de acuerdo con una realización ilustrativa;

La **figura 17** es una ilustración de un método de construcción y de servicio de aeronaves en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa; y

10 La **figura 18** es una ilustración de una aeronave en la forma de un diagrama de bloques donde se puede implementar una realización ilustrativa.

Descripción detallada

15 Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta una o más consideraciones diferentes. Por ejemplo, sin limitación, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que puede ser deseable reducir o eliminar la deformación en el material dieléctrico asociado con la cabeza del elemento de fijación que puede producirse cuando un elemento de fijación con la protección de efecto electromagnético está instalado en una estructura compuesta. A modo de ejemplo, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que el material dieléctrico usado para proporcionar protección de efecto electromagnético puede ser más suave o más propenso a la deformación de lo deseado. Como resultado, algunos de los métodos utilizados actualmente para la instalación de elementos de fijación con protección de eventos electromagnéticos pueden causar deformación en el material.

20 Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que esta deformación puede ser indeseable por diversas razones. Por ejemplo, la deformación de la porción superior del elemento de fijación puede causar una superficie irregular en la estructura compuesta. En particular, la porción superior del elemento de fijación no puede estar dentro de las tolerancias deseadas con respecto a la superficie de la estructura compuesta. Esta superficie desigual puede reducir el rendimiento aerodinámico de la estructura compuesta. Además, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que la deformación en el material que se traduce en superficies irregulares en la aeronave puede no cumplir con los requisitos de certificación de la aeronave. Como resultado, las estructuras compuestas para la aeronave pueden necesitar ser modificadas o descartadas.

25 Por lo tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan un método y un sistema para la instalación de un elemento de fijación con protección de efecto electromagnético. En un ejemplo ilustrativo, una porción superior del elemento de fijación puede ser enfriado para endurecer la porción superior. La porción superior del elemento de fijación puede incluir un material dieléctrico. El material dieléctrico puede estar conectado mecánicamente a la cabeza del elemento de fijación o formado como parte de la cabeza del elemento de fijación. En algunos casos, se utiliza un adhesivo para fijar el material dieléctrico a la cabeza del elemento de fijación. El elemento de fijación se puede instalar entonces en una estructura después del enfriamiento, de manera que la deformación en la porción superior del elemento de fijación se reduce o elimina cuando se instala en la estructura. Específicamente, la deformación plástica en el material dieléctrico en la porción superior del elemento de sujeción puede reducirse o eliminarse.

30 Con referencia ahora a las figuras y, en particular, con referencia a la **figura 1**, se muestra una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno de fabricación de acuerdo con una realización ilustrativa. El entorno de fabricación **100** puede ser un ejemplo de un entorno donde el sistema de instalación de elementos de fijación **102** se puede utilizar para montar una estructura **104**.

35 En el ejemplo ilustrativo, la estructura **104** puede tomar una serie de formas diferentes. Por ejemplo, sin limitación, la estructura **104** puede seleccionarse de uno de una caja de ala, un conjunto de mástil, un panel de piel, una sección de fuselaje, un marco estructural, una carcasa de motor, y otros tipos adecuados de estructuras. La estructura **104** puede comprender un material seleccionado de uno de metal, una aleación de metal, material compuesto, algún otro tipo de material adecuado, y una combinación de los mismos en este ejemplo ilustrativo.

40 Como se muestra, la estructura **104** puede asociarse físicamente con la plataforma **106**. Cuando un componente está "físicamente asociado" con otro componente, la asociación puede ser una asociación física en los ejemplos representados. Por ejemplo, sin limitación, un primer componente, la estructura **104**, se puede considerar que se asocia físicamente con un segundo componente, la plataforma **106**, al fijarse al segundo componente, unirse al segundo componente, montarse en el segundo componente, soldarse al segundo componente, fijarse al segundo componente, y/o conectarse al segundo componente de alguna otra manera adecuada. El primer componente también puede conectarse al segundo componente mediante un tercer componente. El primer componente también puede considerarse que está asociado físicamente con el segundo componente al estar formado como parte del segundo componente, una extensión del segundo componente, o ambos. La plataforma **106** puede ser una aeronave **108** en el ejemplo ilustrativo.

65 Como se ilustra, el sistema de instalación de elementos de fijación **102** puede ser utilizado para instalar el sistema de elementos de fijación **110** en la estructura **104**. El sistema de elementos de fijación **110** puede incluir una serie de

elementos de fijación **112**. Como se usa en este documento, una "serie de" elementos puede incluir uno o más elementos. De esta manera, el número de elementos de fijación **112** puede incluir uno o más elementos de fijación.

La serie de elementos de fijación **112** puede estar configurado para instalarse en unos orificios **113** en la estructura **104**. Uno o más de la serie de elementos de fijación **112** pueden estar asociados con, por ejemplo, sin limitación, una o más arandelas, espaciadores, u otros componentes adecuados.

Los orificios **113** se pueden formar antes de o durante la instalación de la serie de elementos de fijación **112**. Los orificios **113** pueden incluir avellanados en este ejemplo ilustrativo. El orificio **116** con avellanado **115** puede ser uno de los orificios **113**.

La serie de elementos de fijación **112** puede incluir un elemento de fijación **114** en este ejemplo ilustrativo. El elemento de fijación **114** puede tener una cabeza **117** y un vástago **119**. La cabeza **117** puede ser más larga que el vástago **119** del elemento de fijación **114**. La cabeza **117** puede tener una forma para evitar que el elemento de fijación **114** sea accionado más profundamente en la estructura **104** de lo deseado. El vástago **119** puede ser de la longitud cilíndrica del elemento de fijación **114** que se extiende desde el extremo de la cabeza **117**.

La cabeza **117** puede ser recibida por el avellanado **115** en el orificio **116**. El vástago **119** puede ser recibido por una porción cilíndrica del orificio **116** en este ejemplo ilustrativo.

El elemento de fijación **114** se puede seleccionar de uno de un perno, un tornillo, una llave hexagonal, un elemento de fijación de ajuste de interferencia, un remache, un perno de bloqueo, un perno de manga cónica y otros tipos adecuados de elementos de fijación. En este ejemplo ilustrativo, un elemento de fijación de "ajuste de interferencia" puede tener un vástago con un diámetro que es mayor que el diámetro de la porción cilíndrica del orificio donde está instalado. Como un ejemplo, el vástago **119** del elemento de fijación **114** puede tener un diámetro que es mayor que un diámetro de la porción cilíndrica del orificio **116** que se extiende a través de la estructura **104** desde el extremo del avellanado **115**.

En este ejemplo representado, el elemento de fijación **114** puede tener una porción superior **118**. La porción superior **118** del elemento de fijación **114** puede incluir material dieléctrico **122**. El material dieléctrico **122** puede estar asociado con la cabeza **117** del elemento de fijación **114**. El material dieléctrico **122** puede extenderse más allá del perímetro de la cabeza **117** en algunos ejemplos ilustrativos. El material dieléctrico **122** puede no extenderse más allá del perímetro de los orificios **113** en este ejemplo ilustrativo. La porción superior **118** del elemento de fijación **114** puede incluir también otros materiales, estructuras, o ambos, que pueden estar asociados con la cabeza **117**.

Como se muestra, el material dieléctrico **122** puede tomar la forma de un recubrimiento, una tapa, una capa, o alguna otra estructura asociada físicamente con la cabeza **117** del elemento de fijación **114**. En un ejemplo ilustrativo, el material dieléctrico **122** puede formar una tapa dieléctrica **123**. La tapa dieléctrica **123** puede encajar sobre una porción de la cabeza **117** del elemento de fijación **114**.

En algunos casos, el material dieléctrico **122** se puede formar como parte de la cabeza **117**. En otros casos, el material dieléctrico **122** puede colocarse sobre la cabeza **117** después de la formación del elemento de fijación **114**. Por ejemplo, el material dieléctrico **122** se puede depositar sobre la cabeza **117** del elemento de fijación **114** usando una serie de diferentes procesos.

Como un ejemplo ilustrativo, el material dieléctrico **122** se puede depositar sobre la cabeza **117** del elemento de fijación **114** usando un revestimiento en polvo, moldeado por inyección, pintura, recubrimiento, pulverización, pulverización catódica, u otros procesos adecuados. En otro ejemplo ilustrativo, el material dieléctrico **122** se puede envolver alrededor de la cabeza **117** del elemento de fijación **114**. En un ejemplo, la tapa dieléctrica **123** se puede colocar sobre la cabeza **117** del elemento de fijación **114** después de que se forme el elemento de fijación **114**, pero antes de que el elemento de fijación **114** se instale en la estructura **104**.

El material dieléctrico **122** puede ser un aislante eléctrico en este ejemplo ilustrativo. El material dieléctrico **122** puede ser usado para prevenir que cargas eléctricas **124** fluyan a través del material dieléctrico **122** y lleguen a la cabeza **117** del elemento de fijación **114**.

Las cargas eléctricas **124** pueden ser un resultado de eventos **125**. Los eventos **125** pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, un rayo, fallo del equipo, electricidad estática, y otros tipos de eventos. Cuando el elemento de fijación **114** con material dieléctrico **122** se encuentra con cargas eléctricas **124**, el material dieléctrico **122** puede impedir sustancialmente que las cargas eléctricas **124** alcancen el vástago **119** del elemento de fijación **114**, la estructura **104**, o ambos. Por ejemplo, la tapa dieléctrica **123** puede estar configurada para sellar la cabeza **117** del elemento de fijación **114** a la penetración de las cargas eléctricas **124**. De esta manera, el material dieléctrico **122**, como tal como la tapa dieléctrica **123**, puede estar configurado para proporcionar una protección de efecto electromagnético **126** para el elemento de fijación **114** y la estructura **104**.

En este ejemplo ilustrativo, el material dieléctrico **122** puede comprender una serie de diferentes tipos de materiales. Por ejemplo, sin limitación, el material dieléctrico **122** puede seleccionarse de al menos uno de un polímero, un material termoplástico, un material termoestable, un adhesivo, caucho, o algún otro tipo adecuado de material.

5 Tal como se usa aquí, la frase "al menos uno de", cuando se utiliza con una lista de elementos, puede significar que diferentes combinaciones de uno o más de los elementos de la lista pueden ser utilizadas y solo uno de cada elemento de la lista puede haber necesario. El elemento puede ser un objeto particular, cosa o categoría. En otras palabras, "al menos uno de" puede significar cualquier combinación de elementos y una serie de elementos se puede utilizar de la lista, pero no todos los elementos de la lista pueden ser requeridos.

10 Por ejemplo, sin limitación, "al menos uno del elemento A, el elemento B, y el elemento C" puede significar el elemento A; el elemento A y el elemento B; el elemento B; el elemento A, el elemento B, y el elemento C; o el elemento B y el elemento C. En algunos casos, "por lo menos uno del elemento A, el elemento B, y el elemento C" puede significar, por ejemplo, sin limitación, dos del elemento A, uno del elemento B, y diez del elemento C; cuatro del elemento B y siete del elemento C; o alguna otra combinación adecuada.

15 En este ejemplo representado, el sistema de instalación de los elementos de fijación **102** se puede utilizar para instalar el elemento de fijación **114** con material dieléctrico **122**. El sistema de instalación de los elementos de fijación **102** puede incluir una herramienta **130** y un sistema de enfriamiento **132** en este ejemplo ilustrativo.

20 La herramienta **130** puede ser un dispositivo configurado para instalar el elemento de fijación **114** en la estructura **104**. Por ejemplo, sin limitación, la herramienta **130** puede ser un dispositivo que se utiliza para accionar el elemento de fijación **114** en la estructura **104**. La herramienta **130** se puede utilizar para instalar el elemento de fijación **114** en la estructura **104** de tal manera que la porción superior **118** del elemento de fijación **114** con material dieléctrico **122** se encuentra dentro de tolerancias **135** seleccionadas de la superficie **133** de la estructura **104**.

25 En este ejemplo ilustrativo, las tolerancias **135** seleccionadas pueden describir si la porción superior **118** del elemento de fijación **114** se encuentra sustancialmente a nivel con la superficie **133** de la estructura **104**, elevada de la superficie **133** de la estructura **104**, rebajada de la superficie **133** de la estructura **104**, y otras configuraciones. Cuando la porción superior **118** del elemento de fijación **114** está dentro de las tolerancias **135** seleccionadas de la superficie **133** de la estructura **104**, el rendimiento aerodinámico de la estructura **104** puede aumentar cuando la aeronave **108** está en operación. Las tolerancias **135** seleccionadas pueden estar basadas en al menos uno de los requisitos de certificación, estándares de la industria, requisitos internos de la empresa, o una combinación de los mismos.

30 La herramienta **130** pueden adoptar diversas formas, en este ejemplo ilustrativo. Por ejemplo, sin limitación, la herramienta **130** puede tomar la forma de un martillo, una prensa, un dispositivo de remachado, algún otro tipo adecuado de herramienta, o una combinación de los mismos. En este ejemplo ilustrativo, la herramienta **130** puede comprender una pistola de remachar **134**. La pistola de remachar **134** puede ser un dispositivo que se utiliza para accionar el elemento de fijación **114** en la estructura **104**. La pistola de remachar **134** se puede seleccionar de una pistola de remachar hidráulica, una pistola de remachar neumática, y otros tipos adecuados de pistolas de remachar.

35 En este ejemplo ilustrativo, la herramienta **130** puede accionar el elemento de fijación **114** en un orificio **116** en la superficie **133** de la estructura **104**, ejerciendo una fuerza **136** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114**. En algunos casos, como el material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** puede ser más suave de lo deseado, la fuerza **136** de la herramienta **130** puede provocar deformación **138**, inconsistencias **141**, o ambos, en la porción superior **118** con material dieléctrico **122**.

40 La deformación **138** puede tomar un número de formas diferentes en este ejemplo ilustrativo. La deformación **138** puede adoptar la forma de la deformación plástica **139** en este ejemplo ilustrativo. En otros ejemplos ilustrativos, la deformación **138** puede adoptar la forma de al menos una de grietas, huecos, protuberancias, u otros tipos adecuados de deformación.

45 La deformación plástica **139** causada por la fuerza **136** puede ser permanente en este ejemplo ilustrativo. En otras palabras, una vez que la deformación **138** de material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** alcanza un punto por encima del límite de elasticidad del material dieléctrico **122**, se producirá la deformación plástica **139** y la porción superior **118** puede no volver a su forma original. En otras palabras, una vez que se produce la deformación plástica **139** en el material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114**, puede tener que modificarse, eliminarse o descartarse el elemento de fijación **114**.

50 En este ejemplo representado, las inconsistencias **141** en el material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** también pueden producirse cuando la fuerza **136** se utiliza para instalar el elemento de fijación **114**. Las inconsistencias **141** puede adoptar la forma de al menos una de grietas, delaminación o fracturas, u otras inconsistencias en el material dieléctrico **122**.

55

60

65

Las inconsistencias **141** son inconsistencias no deseadas en este ejemplo ilustrativo. Las inconsistencias no deseadas pueden ser esas inconsistencias que se encuentran fuera de las tolerancias seleccionadas. De manera similar, la deformación **138** es una deformación no deseada. La deformación no deseada puede ser deformación fuera de las tolerancias seleccionadas. Las tolerancias de deformación, las incoherencias, o ambas pueden seleccionarse en base a al menos uno de los requisitos de certificación, normas internas de las aerolíneas, u otros estándares apropiados.

Las inconsistencias **141** puede resultar en la disminución de la protección del efecto electromagnético **126**, así como otras condiciones indeseables, para el elemento de fijación **114**. En este ejemplo ilustrativo, la deformación plástica **139**, las inconsistencias **141**, o ambas, se puede producir en el material dieléctrico **122** en la porción superior **118**, debido a las propiedades del material **140** de material dieléctrico **122**. Por ejemplo, el material dieléctrico **122** puede ser un material polimérico blando. En este caso, el material dieléctrico **122** puede no ser capaz de soportar la fuerza **136** sin volver a su forma original o sin experimentar diversos tipos de inconsistencias.

La fuerza **136**, sin embargo, puede ser necesaria para accionar adecuadamente el elemento de fijación **114** en la estructura **104**. Por ejemplo, sin limitación, como el vástago **119** del elemento de fijación **114** tiene un diámetro que es mayor que la porción cilíndrica del orificio **116**, la fuerza **136** puede ser necesaria para el ajuste de interferencia adecuado del elemento de fijación **114**. Como resultado de ello, y con el fin de asegurar correctamente elemento de fijación **114** en la estructura **104**, la deformación plástica **139**, las inconsistencias **141**, o ambas, pueden producirse en el material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114**. La deformación plástica **139** y las inconsistencias **141** puede ser indeseables debido a que el rendimiento aerodinámico de la estructura **104**, la eficacia del material dieléctrico **122** para la protección de efecto electromagnético **126**, o una combinación de los mismos se puede reducir más de lo deseado.

En este ejemplo ilustrativo, el sistema de enfriamiento **132** puede utilizarse para reducir la deformación **138** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** a un nivel deseado. Como ejemplo, el sistema de enfriamiento **132** puede ser usado para reducir la deformación plástica **139** que se produce en el material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114**. La reducción puede ser tal que la deformación **138** se evita sustancialmente o se elimina completamente de la que se produce en la porción superior **118** del elemento de fijación **114**. En este ejemplo ilustrativo, el sistema de enfriamiento **132** puede ser usado para evitar sustancialmente la deformación **138** en el material dieléctrico **122** asociado con la porción superior **118** del elemento de fijación **114**.

El sistema de enfriamiento **132** puede ser un dispositivo configurado para enfriar la porción superior **118** del elemento de fijación **114** para endurecer la porción superior **118**. En este ejemplo ilustrativo, el sistema de enfriamiento **132** puede estar configurado para enfriar el material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** para endurecer el material dieléctrico **122**, de tal manera que la deformación **138** del material dieléctrico **122** puede reducirse o eliminarse. Por ejemplo, sin limitación, el sistema de enfriamiento **132** puede enfriar el material dieléctrico **122** de tal manera que la deformación plástica **139** se reduce o se elimina.

Cuando se enfría material dieléctrico **122**, el material dieléctrico **122** se pone rígido. Específicamente, el módulo de elasticidad del material dieléctrico **122** aumenta. Este aumento en el módulo de elasticidad puede hacer que el material dieléctrico **122** sea menos propenso a la deformación plástica **139**. En algunos casos, después de que el material dieléctrico **122** se enfríe, el elemento de fijación **114** puede instalarse sin deformar plásticamente el material dieléctrico **122**.

En algunos ejemplos, cuando se enfría, el material dieléctrico **122** también puede encogerse debido a su coeficiente de expansión térmica. Del mismo modo, cuando se enfría, el material utilizado para formar el elemento de fijación **114** puede encogerse debido a su coeficiente de expansión térmica. Estos coeficientes de expansión térmica pueden ser diferentes entre sí. Como resultado, el material dieléctrico **122** puede expandirse a una velocidad o manera diferente que el elemento de fijación **114**. Los parámetros de fabricación del elemento de fijación **114** con material dieléctrico **122** pueden tener en cuenta estas cuestiones para evitar la formación de inconsistencias en la interfase entre la cabeza **117** del elemento de fijación **114** y el material dieléctrico **122**.

El sistema de enfriamiento **132** puede comprender diversos componentes utilizados para enfriar el elemento de fijación **114**. Por ejemplo, sin limitación, el sistema de enfriamiento **132** puede comprender al menos uno de hielo seco, nitrógeno líquido, un refrigerante, un refrigerador, una unidad de enfriamiento, aire frío, o algún otro tipo adecuado de componente.

En este ejemplo ilustrativo, el sistema de enfriamiento **132** puede comprender una cámara **142**. La cámara **142** puede ser un espacio cerrado o un compartimento en el sistema de enfriamiento **132**. Por ejemplo, la cámara **142** puede ser la porción interior de una bolsa, una caja, un cajón, una unidad de enfriamiento, un refrigerador, un compartimento a presión, y otros tipos adecuados de compartimentos.

En este ejemplo representado, algunos o todos los elementos de fijación **114** se pueden colocar en la cámara **142** del sistema de enfriamiento **132**. Por ejemplo, la porción superior **118** con el material dieléctrico **122** y la cabeza **117** se puede colocar en la cámara **142**. En algunos casos, todos los elementos de fijación **114**, incluyendo el vástago

119, también se pueden colocar en la cámara **142**. En otro ejemplo ilustrativo, la porción superior **118**, el vástago **119**, o ambos, se puede enfriar de alguna otra manera usando el sistema de enfriamiento **132**, dependiendo de la implementación particular.

5 Como se muestra, el sistema de enfriamiento **132** puede luego enfriar el elemento de fijación **114** a la temperatura **144**, de tal manera que la porción superior **118** del elemento de fijación **114** tiene el deseado nivel de rigidez **146**. En concreto, el sistema de enfriamiento **132** puede enfriar el material dieléctrico **122** asociado con la cabeza **117** del elemento de fijación **114**, de tal manera que el material dieléctrico **122** tiene el deseado nivel de rigidez **146**. El nivel de rigidez **146** deseado puede ser un nivel de rigidez que proporciona un rendimiento deseable para el material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** cuando se instala en la estructura **104**.

15 La temperatura **144** puede seleccionarse sobre la base de las propiedades del material **140** del material dieléctrico **122**. Por ejemplo, sin limitación, la temperatura **144** puede estar entre aproximadamente -100°F ($-73,33^{\circ}\text{C}$) y alrededor de -115°F ($-86,66^{\circ}\text{C}$) cuando el material dieléctrico **122** es de poliéter éter cetona (PEEK) asociado con un elemento de fijación de un cuarto de pulgada de diámetro. Otros intervalos de temperatura pueden ser utilizados para poliéter éter cetona, que proporciona el resultado deseado de evitar la deformación plástica **139**. En otros ejemplos ilustrativos, la temperatura **144** puede tener un intervalo diferente, dependiendo del tipo de material dieléctrico **122**, el tamaño del elemento de fijación **114**, el espesor del material dieléctrico **122**, o una combinación de los mismos.

20 En este ejemplo representado, la temperatura **144** puede alcanzarse después de colocar el elemento de fijación **114** en la cámara **142** durante el período de tiempo **148**. Por ejemplo, sin limitación, el elemento de fijación **114** se puede colocar en la cámara **142** del sistema de enfriamiento **132** durante diez minutos para alcanzar la temperatura **144**, de manera que el elemento de fijación **114** tenga el nivel deseado de rigidez **146**.

25 En este ejemplo ilustrativo, el nivel de rigidez **146** deseado del material dieléctrico **122** puede ser un nivel de resistencia a la deformación **138** en respuesta a la fuerza **136**. En otras palabras, el material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** puede tener el nivel de rigidez **146** deseado tal que el material dieléctrico **122** no experimenta la deformación **138** más de lo deseado cuando la fuerza **136** se aplica por la herramienta **130** del elemento de fijación **114**. Como un ejemplo, el nivel de rigidez **146** deseado se puede seleccionar de tal manera que el material dieléctrico **122** no experimenta deformación plástica **139**.

30 En este ejemplo ilustrativo, la herramienta **130** puede estar configurada para instalar el elemento de fijación **114** en la estructura **104** después del enfriamiento, de tal manera que la deformación **138** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** puede reducirse o eliminarse. En particular, la herramienta **130** puede estar configurada para instalar el elemento de fijación **114** después de enfriar el material dieléctrico **122**, de tal manera que la deformación **138** en el material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** se reduce o se elimina.

35 Cuando el material dieléctrico **122** se enfría para tener el nivel deseado de rigidez **146**, el elemento de fijación **114** se puede instalar en la estructura **104** de tal manera que la porción superior **118** del elemento de fijación **114** con material dieléctrico **122** está colocado dentro de las tolerancias **135** seleccionadas de la superficie **133** de la estructura **104**. De esta manera, el rendimiento aerodinámico de la estructura **104** puede aumentarse, al tiempo que proporciona protección de efecto electromagnético **126** mediante el uso de material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114**.

40 En este ejemplo representado, la herramienta **130**, el sistema de enfriamiento **132**, o ambos, pueden estar configurados para ser operados por el operador humano **150**, el dispositivo robótico **152**, o algún otro tipo de operador, dependiendo de la implementación particular. Por ejemplo, sin limitación, el operador humano **150** puede colocar el elemento de fijación **114** en la cámara **142** del sistema de enfriamiento **132** y quitar el elemento de fijación **114** de la cámara **142** cuando se alcanza la temperatura **144**. El operador humano **150** puede entonces colocar el elemento de fijación **114** con relación a la superficie **133** de la estructura **104** y mantener la herramienta **130** para instalar el elemento de fijación **114** en la estructura **104**.

45 En otro ejemplo ilustrativo, la herramienta **130**, el sistema de enfriamiento **132**, o ambos, pueden ser accionados por el dispositivo robótico **152**. El dispositivo robótico **152** puede ser uno que está configurado para realizar operaciones bajo el control del controlador **154**. El controlador **154** puede ser hardware en este ejemplo ilustrativo, pero puede incluir firmware o software en otros ejemplos ilustrativos. Por ejemplo, el controlador **154** puede ser una unidad de procesador o un sistema informático. El dispositivo robótico **152** puede estar controlado por el controlador **154** y también puede recibir la entrada del operador humano **150**. El dispositivo robótico **152** puede tomar la forma de, por ejemplo, sin limitación, un brazo robótico.

50 Cuando la herramienta **130** es operada por el dispositivo robótico **152**, la herramienta **130** puede adoptar la forma de un efector de extremo **156** configurado para su uso con el dispositivo robótico **152**. Por ejemplo, sin limitación, el dispositivo robótico **152** se puede configurar para instalar el elemento de fijación **114** en la estructura **104** mediante la pistola de remachar **134**. En este caso, la pistola de remachar **134** puede ser el efector de extremo **156** del

dispositivo robótico **152**.

Con el uso del sistema de instalación de elementos de fijación **102** para enfriar e instalar el elemento de fijación **114** en la estructura **104**, la deformación **138** de la porción superior **118** del elemento de fijación **114** con el material dieléctrico **122** puede reducirse o eliminarse. Como resultado, sistemas de fijación más eficientes y electromagnéticamente de sonido pueden ser instalados en la estructura **104**. Por otra parte, el rendimiento aerodinámico de la estructura **104** en la aeronave **108** se puede aumentar, mientras que todavía proporciona un nivel de protección efecto electromagnético **126** deseado de eventos **125** que se pueden encontrar mediante la estructura **104** en la aeronave **108**.

La ilustración del sistema de instalación de elementos de fijación **102** en la **figura 1** no está destinado a implicar limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera donde se puede implementar una realización ilustrativa. Pueden utilizarse otros componentes, además de o en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser opcionales. Además, los bloques se presentan para ilustrar algunos de los componentes funcionales. Uno o más de estos bloques pueden combinarse, dividirse, o combinarse y dividirse en diferentes bloques cuando se implementan en una realización ilustrativa.

Por ejemplo, el sistema de enfriamiento **132** puede incluir componentes además de o en lugar de la cámara **142**. Por ejemplo, el sistema de enfriamiento **132** puede incluir un rociador configurado para rociar aire frío para enfriar el elemento de fijación **114**. En otros ejemplos ilustrativos, el elemento de fijación **114** puede incluir otros materiales distintos del material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114**. Estos materiales también se pueden enfriar a un nivel deseado de rigidez para reducir la deformación que pueda producirse por el uso de la herramienta **130**.

En algunos ejemplos ilustrativos, el sistema de enfriamiento **132** puede estar asociado físicamente con el dispositivo robótico **152**. Como un ejemplo ilustrativo, el sistema de enfriamiento **132** puede estar unido al dispositivo robótico **152**. El sistema de enfriamiento **132** puede estar configurado para enfriar el elemento de fijación **114** antes de instalar el elemento de fijación **114** utilizando el dispositivo robótico **152**. Como otro ejemplo ilustrativo, el sistema de enfriamiento **132** puede ser parte del efector de extremo **156** del dispositivo robótico **152**.

En otros ejemplos ilustrativos, el sistema de enfriamiento **132** puede estar asociado con la pistola de remachar **134** cuando la pistola de remachar **134** es operada por al menos uno del operador humano **150** o del dispositivo robótico **152**. Por ejemplo, el sistema de enfriamiento **132** puede ser parte de la pistola de remachar **134**. En este caso, la cámara **142** del sistema de enfriamiento **132** puede estar configurada para contener una porción del elemento de fijación **114**, mientras que otro de la serie de elementos de fijación **112** se instala en la estructura **104**. Como otro ejemplo, el sistema de enfriamiento **132** puede rociar aire frío sobre la porción superior **118** del elemento de fijación **114** en lugar de la colocación del elemento de fijación **114** en la cámara **142**. En este caso, la cámara **142** puede alojar un agente de enfriamiento para enfriar el aire a una temperatura deseada antes de la pulverización de la porción superior **118** del elemento de fijación **114**.

A pesar de los ejemplos ilustrativos que se describen con respecto a una aeronave **108**, una realización ilustrativa se puede aplicar a otros tipos de plataformas. En otros ejemplos ilustrativos, la plataforma **106** puede ser, por ejemplo, sin limitación, una plataforma móvil, una plataforma estacionaria, una estructura basada en tierra, una estructura basada en el agua, y una estructura basada en el espacio. Más específicamente, la plataforma **106** puede ser un buque de superficie, un tanque, un transporte de personal, un tren, un vehículo espacial, una estación espacial, un satélite, un submarino, un automóvil, una central eléctrica, un puente, una presa, una casa, una planta de fabricación, un edificio, y otras plataformas adecuadas.

Con referencia ahora a la **figura 2**, se representa una ilustración de un entorno de fabricación de acuerdo con una realización ilustrativa. El entorno de fabricación **200** puede incluir el sistema de instalación de elementos de fijación **201**. El entorno de fabricación **200** con el sistema de instalación de elementos de fijación **201** puede ser un ejemplo de una implementación para el entorno de fabricación **100** con el sistema de instalación de elementos de fijación **102** que se muestra en forma de bloques en la **figura 1**.

Como se ilustra, el entorno de fabricación **200** puede incluir una estructura **202** con una superficie **204** y unos orificios **206** perforados en la superficie **204**. La estructura **202** con la superficie **204** y los orificios **206** puede ser un ejemplo de una implementación para la estructura **104** con la superficie **133** y los orificios **113** que se muestra en la forma de bloques en la **figura 1**.

Un operador humano **208** y un dispositivo robótico **210** pueden estar presentes en el entorno de fabricación **200** y estar configurados para instalar los elementos de sujeción **212** en los orificios **206** usando la herramienta **214** y la herramienta **216**, respectivamente, en el sistema de instalación de elementos de fijación **201**. El operador humano **208** con la herramienta **214** puede ser un ejemplo de una implementación física del operador humano **150** con la herramienta **130** que se muestra en forma de bloques en la **figura 1**. El dispositivo robótico **210** con la herramienta **216** puede ser un ejemplo de una implementación física del dispositivo robótico **152** usando la herramienta **130** que se muestra en forma de bloques en la **figura 1**. En este ejemplo representado, el dispositivo robótico **210** toma la

forma de un brazo robótico **218**.

Tal como se representa, los orificios **206** en la estructura **202** pueden estar configurados para recibir los elementos de fijación **212**. Los elementos de fijación **212** pueden ser un ejemplo de una implementación para la serie de elementos de fijación **112** en la **figura 1**.

En este ejemplo ilustrativo, la herramienta **214** y la herramienta **216** pueden adoptar la forma de pistola de remachar **222** y la pistola de remachar **224**, respectivamente, utilizadas para fijar los elementos de fijación **212** en la estructura **202**. Cada uno de elementos de fijación **212** puede ser un ejemplo de una implementación para el elemento de fijación **114** en la **figura 1**, mientras que la pistola de remachar **222** y la pistola de remachar **224** pueden ser ejemplos de implementaciones para la pistola de remachar **134** en la **figura 1**.

Como se ilustra, el sistema de instalación de elementos de fijación **201** puede incluir el sistema de enfriamiento **228**. Antes de la instalación en la estructura **202**, los elementos de fijación **212** pueden estar situados dentro de la cámara **229** del sistema de enfriamiento **228**. El sistema de enfriamiento **228** con la cámara **229** puede ser un ejemplo de una implementación para el sistema de enfriamiento **132** con la cámara **142** se muestra en forma de bloques en la **figura 1**.

En este ejemplo ilustrativo, los elementos de fijación **212** pueden enfriarse mediante el sistema de enfriamiento **228** para endurecer la porción superior de los elementos de fijación **212**. Los elementos de fijación **212** pueden entonces ser instalados en la estructura **202** utilizando al menos uno de la pistola de remaches **222** y la pistola de remaches **224** sin deformar el material utilizado para hacer los elementos de fijación **212**. En concreto, el elemento de fijación **230** en los elementos de fijación **212** se puede instalar en la estructura **202** usando la pistola de remachar **222**. Una ilustración más detallada del operador humano **208** con la pistola de remachar **222** en la sección **232** del entorno de fabricación **200** se muestra en la **figura 6**.

Volviendo a continuación a la **figura 3**, una ilustración de elemento de fijación **230** de la **figura 2** con protección de efecto electromagnético se representa de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo representado, se muestra una vista más detallada del elemento de fijación **230**.

Como se muestra, el elemento de fijación **230** puede estar configurado para ser instalado en uno de los orificios **206** en la estructura **202** por parte del operador humano **208** o dispositivo robótico **210** de la **figura 2**. En este ejemplo ilustrativo, el elemento de fijación **230** puede incluir una porción superior **302**, una cabeza **306**, y un vástago **304**. La porción superior **302** puede incluir material dieléctrico **308**. La porción superior **302**, la cabeza **306**, y el vástago **304** del elemento de fijación **230** pueden ser ejemplos de implementaciones para la porción superior **118**, la cabeza **117**, y el vástago **119** del elemento de fijación **114** en la **figura 1**. El vástago **304** puede estar configurado para ser un ajuste de interferencia con una porción cilíndrica de uno de los orificios **206**, mientras que la cabeza **306** puede ser recibida por un avellanado en el orificio.

Como se ilustra, el material dieléctrico **308** puede ser un ejemplo de una implementación para el material dieléctrico **122** que se muestra en forma de bloques en la **figura 1**. En este ejemplo ilustrativo, el material dieléctrico **308** puede estar asociado con la cabeza **306** del elemento de fijación **230**. Por ejemplo, una capa de material dieléctrico **308** se puede formar en la porción superior de la cabeza **306** del elemento de fijación **230** y, posteriormente, endurecerse. En otros ejemplos ilustrativos, el material dieléctrico **308** puede ser moldeado por inyección para formar la porción superior **302** del elemento de fijación **230**.

El material dieléctrico **308** puede formar la tapa dieléctrica **310** en este ejemplo ilustrativo. La tapa dieléctrica **310** puede ser un ejemplo de una implementación para la tapa dieléctrica **123** que se muestra en forma de bloques en la **figura 1**. La tapa dieléctrica **310** puede estar enclavada mecánicamente con el elemento de fijación **230**.

Con referencia ahora a la **figura 4**, una ilustración de una vista en sección transversal del elemento de fijación **230** con protección de efecto electromagnético tomada a lo largo de las líneas **4-4** en la **figura 3** se representa de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo representado, la tapa dieléctrica **310** se muestra en la cabeza **306** del elemento de fijación **230**.

Como se muestra, la tapa dieléctrica **310** puede proporcionar una protección de efecto electromagnético para un elemento de fijación **230**. Una porción de material dieléctrico **122** en la tapa dieléctrica **310** se puede llenar al menos parte de uno de los orificios **206** en la **figura 2** (no mostrado) en este ejemplo ilustrativo. La tapa dieléctrica **310** puede también proporcionar una superficie sustancialmente lisa para el elemento de fijación **230** cuando se instala en la estructura **202** en la **figura 2** y sustancialmente son deformación, inconsistencias, o ambos presentes en material dieléctrico **308**. Específicamente, la superficie superior **400** de la tapa dieléctrica **310** puede estar dentro de las tolerancias seleccionadas de la superficie **204** de la estructura **202** en la **figura 2** cuando el elemento de fijación **230** está instalado en la estructura **202** y no está presente sustancialmente ninguna deformación.

En este ejemplo ilustrativo, el material dieléctrico **308** en la tapa dieléctrica **310** puede no tener una rigidez deseada para resistir una fuerza ejercida sobre el elemento de fijación **230** por la herramienta **214** o la herramienta **216** de la

figura 2 durante la instalación en la estructura **202**. Como resultado, puede necesitar enfriarse el elemento de fijación **230** antes de la instalación para endurecer el material dieléctrico **308**, de tal manera que la deformación, las inconsistencias, o ambas, se reducen o eliminan.

5 Volviendo a continuación a la **figura 5**, una ilustración del sistema de enfriamiento **228** que se muestra en la dirección de las líneas **5-5** de la **figura 2** se representa de acuerdo con una realización ilustrativa. Los elementos de fijación **212** se han colocado dentro de la cámara **229** del sistema de enfriamiento **228** antes de la instalación en la estructura **202**. En este ejemplo representado, la cámara **229** del sistema de enfriamiento **228** puede incluir hielo seco **500**.

10 Como se ilustra, el hielo seco **500** puede estar colocado dentro de la cámara **229**. El hielo seco **500** se puede utilizar para enfriar los elementos de fijación **212**. Por ejemplo, sin limitación, el hielo seco **500** se puede utilizar para enfriar el elemento de fijación **230** a una temperatura tal que el material dieléctrico **308** en el elemento de fijación **230** tiene un nivel deseado de rigidez antes de instalar el elemento de fijación **230** en la estructura **202** en la **figura 2**. En otros ejemplos ilustrativos, otros tipos de mecanismos de enfriamiento distintos de hielo seco **500** se pueden utilizar, dependiendo de la implementación particular.

15 En este ejemplo representado, los elementos de sujeción **212** se pueden mantener en la cámara **229** del sistema de enfriamiento **228** durante un periodo de tiempo hasta que se instala en la estructura **202**. Al menos uno del dispositivo robótico **210** y el operador humano **208** de la **figura 2** puede retirar los elementos de fijación **212** del sistema de enfriamiento **228** para la instalación.

20 Con referencia ahora a la **figura 6**, se muestra una ilustración de la pistola de remachar **222** que se utiliza para instalar los elementos de sujeción **212** en la estructura **202** de la **figura 2** de acuerdo con una realización ilustrativa. En esta vista, la pistola de remachar **222**, la estructura **202** con orificios **206** y el operador humano **208** dentro de la sección **232** de la **figura 2** se muestran con mayor detalle.

25 Como se muestra, el elemento de fijación **600** y el elemento de fijación **602** se han instalado en el orificio **601** y en el orificio **603**, respectivamente, en la estructura **202** mediante la pistola de remachar **222**. Antes de instalarse, el elemento de fijación **600** y el elemento de fijación **602** pueden haber sido enfriados usando el sistema de enfriamiento **228** de la **figura 2**. El elemento de fijación **600** y el elemento de fijación **602** pueden ser ejemplos de implementaciones para el elemento de fijación **114**, después de instalarse en la estructura **104**, que se muestra en forma de bloques en la **figura 1**.

30 Por ejemplo, sin limitación, el elemento de fijación **600** y el elemento de fijación **602** pueden haberse enfriado a una temperatura entre aproximadamente -100°F ($-73,33^{\circ}\text{C}$) y aproximadamente -115°F ($-86,66^{\circ}\text{C}$) durante aproximadamente diez minutos en este ejemplo ilustrativo, cuando el material dieléctrico utilizado en el elemento de fijación **600** y el elemento de fijación **602** es poliéter éter cetona y el elemento de fijación **600** y el elemento de fijación **602** tienen un diámetro un cuarto de pulgada. Cuando se utilizan otros tipos de materiales dieléctricos, diferentes espesores de material dieléctrico, o ambos, otros intervalos de temperatura y períodos de tiempo pueden proporcionar los resultados deseados. Como un ejemplo, cuando el espesor del material dieléctrico aumenta, el tiempo de enfriamiento también puede aumentar.

35 En este ejemplo ilustrativo, el elemento de fijación **230** se ha retirado del sistema de enfriamiento **228**, como se muestra en la **figura 5**, y se coloca en el orificio **606** en la estructura **202**. En particular, el vástago **304** del elemento de fijación **230** puede estar colocado dentro del orificio **606** taladrado en la estructura **202**.

40 Como se ilustra, la pistola de remachar **222** puede incluir el cuerpo **608** y el mecanismo de remachado **610**. El mecanismo de remachado **610** puede colocarse respecto a la porción superior **302** del elemento de fijación **230**. El operador humano **208** puede activar el mecanismo de remachado **610** para aplicar una fuerza (no mostrada) en la dirección de la flecha **612** en la porción superior **302** del elemento de fijación **230** para accionar el elemento de fijación **230** en la estructura **202**. Por ejemplo, el operador humano **208** puede presionar un disparador (no mostrado en esta vista) para activar el mecanismo de remachado **610**.

45 Volviendo a continuación a la **figura 7**, se representa una ilustración de una vista en sección transversal de la estructura **202** con el elemento de fijación **600** y el elemento de fijación **602** instalado en la estructura **202** tomada a lo largo de las líneas **7-7** de la **figura 6**, de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo representado, el material dieléctrico **700** puede estar asociado con el elemento de fijación **600** instalado en el orificio **601**. El material dieléctrico **702** puede estar asociado con el elemento de fijación **602** instalado en el orificio **603**.

50 En este ejemplo ilustrativo, el material dieléctrico **700** puede formar la tapa dieléctrica **704** para el elemento de fijación **600**. El material dieléctrico **702** puede formar la tapa dieléctrica **706** para el elemento de fijación **602**.

55 En este ejemplo representado, el elemento de fijación **230** está a punto de instalarse en el orificio **606**. El orificio **606** puede tener una porción cilíndrica **708** y un avellanado **710** cerca de la superficie **204** de la estructura **202**. En este ejemplo ilustrativo, la porción cilíndrica **708** puede recibir el vástago **304** del elemento de fijación **230**, mientras que

el avellanado **710** puede recibir la cabeza **306** del elemento de fijación **230** con la tapa dieléctrica **310**. El avellanado **710** puede tener una profundidad para tener en cuenta el espesor de la tapa dieléctrica **310**, de tal manera que la superficie superior **400** de la tapa dieléctrica **310** se encuentra sustancialmente a nivel con la superficie **204** de la estructura **202** en este ejemplo ilustrativo.

5 En la **figura 8**, se muestra una ilustración de una vista en perspectiva de la estructura **202** de la **figura 6** con el elemento de fijación **230**, el elemento de fijación **600**, y el elemento de fijación **602** instalado en el orificio **606**, el orificio **601** y el orificio **603**, respectivamente. En este ejemplo representado, el vástago **304** del elemento de fijación **230** ha sido forzado dentro de la porción cilíndrica **708** del orificio **606** para crear un ajuste de interferencia entre el vástago **304** y la superficie interior de la porción cilíndrica **708** del orificio **606**.

10 Como se muestra, la cabeza **306** del elemento de fijación **230** con la tapa dieléctrica **310** ha sido recibido por el avellanado **710**, de tal manera que la tapa dieléctrica **310** llena el espacio entre la cabeza **306** y la superficie interior del avellanado **710**. De esta manera, la tapa dieléctrica **310** sella el elemento de fijación **230** de la penetración de cargas eléctricas.

15 Volviendo ahora a la **figura 9**, se representa una ilustración de una vista en sección transversal de la estructura **202** tomada a lo largo de las líneas **9-9** en la **figura 8** de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo representado, como el material dieléctrico **308**, el material dieléctrico **700**, y el material dieléctrico **702** se enfrían antes de la instalación, estos materiales no pueden experimentar deformación plástica como resultado de haber sido instalados mediante la pistola de remachar **222** en la **figura 6**. En otras palabras, la configuración o topografía del material dieléctrico **308**, del material dieléctrico **700**, y del material dieléctrico **702** no puede cambiar durante la instalación. Como resultado, la superficie superior **400** de la tapa dieléctrica **310**, la superficie superior **900** de la tapa dieléctrica **704**, y la superficie superior **902** de la tapa dieléctrica **706** pueden estar dentro de las tolerancias seleccionadas de la superficie **204** de la estructura **202**.

20 Además, se puede reducir el riesgo de inconsistencias no deseadas que se forman dentro del material dieléctrico **308**, el material dieléctrico **700** y el material dieléctrico **702**. En otras palabras, el riesgo de inconsistencias fuera de las tolerancias seleccionadas se reduce mediante el enfriamiento del material dieléctrico **308**, del material dieléctrico **700**, y del material dieléctrico **702**. Como resultado, el material dieléctrico **308**, el material dieléctrico **700**, y el material dieléctrico **702** pueden proporcionar una cantidad deseada de protección de efecto electromagnético y sellar cada elemento de fijación de la penetración de cargas eléctricas.

25 Las ilustraciones del sistema de instalación de elementos de fijación **201** y los componentes dentro del sistema de instalación de los elementos de fijación **201** de las **figuras 2-9** no están destinadas a implicar limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en que una realización ilustrativa se puede implementar. Pueden utilizarse otros componentes, además de o en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser opcionales.

30 Los diferentes componentes que se muestran en las **figuras 2-9** pueden ser ejemplos ilustrativos de cómo los componentes que se muestran en forma de bloques en la **figura 1** pueden ser implementados como estructuras físicas. Además, algunos de los componentes de las **figuras 2-9** se pueden combinar con componentes de la **figura 1**, que se utilizan con componentes de la **figura 1**, o una combinación de los dos.

35 Por ejemplo, aunque el sistema de enfriamiento **228** se muestra con hielo seco **500** en la **figura 5**, varios mecanismos de enfriamiento pueden estar integrados en el sistema de enfriamiento **228** para enfriar los elementos de fijación **212**. Como un ejemplo ilustrativo, el sistema de enfriamiento **228** puede tomar la forma de una unidad de enfriamiento.

40 En otro ejemplo ilustrativo, un agente de enfriamiento se puede dirigir hacia el material dieléctrico en cada uno de los elementos de fijación **212** antes de la instalación. Este agente de enfriamiento puede ser aire, en algunos ejemplos ilustrativos.

45 En otros ejemplos ilustrativos, un sistema de enfriamiento adicional puede estar asociado con el dispositivo robótico **210**. Algunos de elementos de fijación **212** puede colocarse en el sistema de enfriamiento asociado con el dispositivo robótico **210** y se almacenan hasta su instalación en la estructura **202**.

50 Como otros ejemplos ilustrativos, los elementos de sujeción **212** pueden comprender otros tipos de elementos de fijación, además de o en lugar de los elementos de fijación **212**. Por ejemplo, en algunos ejemplos ilustrativos, los remaches pueden instalarse en la estructura **202** utilizando al menos uno de la herramienta **214** o la herramienta **216**. Además, aunque las **figuras 6-9** muestran los elementos de fijación **230**, el pasador **600**, y el elemento de fijación **602** instalado por el operador humano **208** usando la pistola de remachar **222**, cualquiera de los elementos de fijación **212** puede instalarse mediante el dispositivo robótico **210** mediante la pistola de remachar **224** de una manera similar.

55 Con referencia a continuación a la **figura 10**, se muestra una ilustración de una pistola de remachar con un sistema de enfriamiento asociado físicamente con la pistola de remachar de acuerdo con una realización ilustrativa. En este

ejemplo representado, la pistola de remachar **1000** puede colocarse con respecto a la estructura **1001**. La pistola de remachar **1000** y la estructura **1001** pueden ser ejemplos de implementaciones para la pistola de remachar **134** y la estructura **104** que se muestra en forma de bloques en la **figura 1**.

5 Como se ilustra, la pistola de remachar **1000** incluye el cuerpo **1002** y el mecanismo de remachado **1003**. En este ejemplo ilustrativo, la pistola de remachar **1000** puede estar asociada con el sistema de enfriamiento **1004** utilizado para enfriar el elemento de fijación **1006** con el material dieléctrico **1008** en la porción superior del elemento de fijación **1006**. El sistema de enfriamiento **1004**, el elemento de fijación **1006**, y el material dieléctrico **1008** pueden ser ejemplos de implementaciones para el sistema de enfriamiento **132**, el elemento de fijación **114**, y el material dieléctrico **122**, respectivamente, a partir de la **figura 1**. El material dieléctrico **1008** se puede enfriar antes de la
10 instalación del elemento de fijación **1006** en la estructura **1001** usando la pistola de remachar **1000**.

Como se muestra, el sistema de enfriamiento **1004** puede comprender un pulverizador **1010**. El pulverizador **1010** puede tener una boquilla **1012** configurada para dirigir el agente de enfriamiento **1014** sobre el material dieléctrico **1008** en la porción superior del elemento de fijación **1006**. El agente de enfriamiento **1014** puede tomar la forma de aire frío en este ejemplo ilustrativo. El material dieléctrico **1008** se puede enfriar a una temperatura tal que el material dieléctrico **1008** puede resistir la deformación cuando se instala en la estructura **1001**.
15

Volviendo ahora a la **figura 11**, una ilustración de la pistola de remachar **1000** con el sistema de enfriamiento **1004** asociado físicamente con la pistola de remachar **1000** de la **figura 10** se representa de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo representado, la tapa **1100** se ha añadido al sistema de enfriamiento **1004**.
20

Como se muestra, la tapa **1100** puede estar situada contra la estructura **1001**. La tapa **1100** se puede colocar por parte de un operador en este ejemplo ilustrativo.
25

La tapa **1100** puede estar configurada para mantener el agente de enfriamiento **1014** (no mostrado en esta vista) dirigido hacia el material dieléctrico **1008** en el elemento de fijación **1006** dentro del espacio **1102**. Como resultado, el material dieléctrico **1008** se puede enfriar más rápidamente que cuando la tapa **1100** no está presente. En algunos ejemplos ilustrativos, la boquilla **1012** puede estar ausente del sistema de enfriamiento **1004**.
30

La tapa **1100** puede estar conectada de forma móvil con el mecanismo de remachado **1003** en este ejemplo ilustrativo. La tapa **1100** puede moverse hacia atrás y adelante en la dirección de la flecha **1104**. Por ejemplo, la tapa **1100** puede moverse para colocarse contra la estructura **1001**. El operador también puede mover la tapa **1100** hacia atrás para permitir que el operador alinee visualmente el elemento de fijación **1006** con la pistola de remachar **1000**.
35 El agente de enfriamiento **1014** puede dirigirse hacia el material dieléctrico **1008** antes de la instalación, durante la instalación, o ambas cosas.

Con referencia ahora a la **figura 12**, una ilustración de la pistola de remachar **1000** con el sistema de enfriamiento **1004** asociado físicamente con la pistola de remachar **1000** de la **figura 11** se representa de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo representado, la tapa **1100** se ha movido hacia la estructura **1001**. El elemento de fijación **1006** se ha recibido por el espacio **1102** en la tapa **1100**.
40

En la **figura 13**, se representa una ilustración de una vista en sección transversal de la pistola de remachar **1000** con el sistema de enfriamiento **1004** tomada a lo largo de las líneas **13-13** en la **figura 12** de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo representado, el agente de enfriamiento **1014** puede dirigirse hacia el material dieléctrico **1008** en la porción superior del elemento de fijación **1006**. Cuando el sistema de enfriamiento **1004** enfría el material dieléctrico **1008** a un nivel deseado de rigidez, el mecanismo de remachado **1003** puede activarse para accionar el elemento de fijación **1006** en la estructura **1001**. El mecanismo de remachado **1003** puede moverse en la dirección de la flecha **1300**.
45
50

En este caso, el nivel deseado de rigidez se puede determinar basándose en el tipo de material dieléctrico seleccionado para el material dieléctrico **1008**. El nivel deseado de rigidez es una rigidez que resiste la deformación plástica de, o inconsistencias en, el material dieléctrico **1008** en este ejemplo ilustrativo. El tiempo de enfriamiento necesario para alcanzar el nivel deseado de rigidez puede depender del espesor del material dieléctrico **1008**, el tamaño del elemento de fijación **1006**, otros parámetros, o una combinación de los mismos.
55

Con referencia a continuación a la **figura 14**, se representa una ilustración de una vista en sección transversal de la pistola de remachar **1000** con el sistema de enfriamiento **1004** de la **figura 13** de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo representado, el mecanismo de remachado **1003** se ha movido en la dirección de la flecha **1300** en la **figura 13** para accionar el elemento de fijación **1006** en la estructura **1001**. Como el material dieléctrico **1008** en la porción superior del elemento de fijación **1006** se ha enfriado, la deformación del material dieléctrico **1008** puede reducirse o eliminarse cuando el elemento de fijación **1006** se instala en la estructura **1001**.
60

Las ilustraciones de la pistola de remachar **1000** con el sistema de enfriamiento **1004** mostrado en las **figuras 10-14** no están destinadas a implicar limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en que una realización ilustrativa se puede implementar. Pueden utilizarse otros componentes, además de o en lugar de los ilustrados. Algunos
65

componentes pueden ser opcionales. Por ejemplo, sin limitación, otras configuraciones de pulverizador **1010**, de boquilla **1012**, y de tapa **1100** que se muestran en las **figuras 10-14** se pueden usar para endurecer una porción superior de polímero del elemento de fijación **1006** o de otros elementos de fijación a instalarse en la estructura **1001**.

5 Con referencia ahora a la **figura 15**, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para instalar un elemento de fijación de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso que se ilustra en la **figura 15** se puede implementar mediante el sistema de instalación de elementos de fijación **102** para instalar el elemento de fijación **114** con el material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** en la estructura **104** en la **figura 1**.

10 El proceso puede comenzar por el enfriamiento de la porción superior **118** del elemento de fijación **114** para endurecer la porción superior **118** (operación **1500**). En este ejemplo ilustrativo, la porción superior **118** puede enfriarse mediante el sistema de enfriamiento **132** para endurecer el material dieléctrico **122** en la porción superior **118**.

15 A continuación, el proceso puede instalar el elemento de fijación **114** en la estructura **104** después del enfriamiento, de tal manera que la deformación **138** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** se reduce cuando se instala en la estructura **104** (operación **1502**) con el proceso de terminación a continuación. En algunos ejemplos, la deformación plástica **139** puede reducirse o eliminarse en la porción superior **118** del elemento de fijación **114**.

20 Volviendo a continuación a la **figura 16**, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para enfriar un elemento de fijación de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso que se ilustra en la **figura 16** se puede implementar mediante el sistema de enfriamiento **132** en la operación **1500** en la **figura 15** para enfriar el elemento de fijación **114** de manera que el material dieléctrico **122** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** tiene el nivel deseado de rigidez **146**, tal como se muestra en la **figura 1**.

25 El proceso puede comenzar mediante la colocación del elemento de fijación **114** en la cámara **142** del sistema de enfriamiento **132** (operación **1600**). A continuación, el proceso puede enfriar el elemento de fijación **114** a la temperatura **144**, de tal manera que la porción superior **118** del elemento de fijación **114** tiene el nivel de rigidez **146** deseado (operación **1602**).

30 El proceso entonces puede retirar el elemento de fijación **114** de la cámara **142** del sistema de enfriamiento **132** para la instalación en la estructura **104** cuando se alcanza el nivel deseado de rigidez **146** (operación **1604**) con el proceso de terminación a continuación. El nivel deseado de rigidez **146** se puede alcanzar después de que el elemento de fijación **114** se haya colocado en la cámara **142** durante el período de tiempo **148** en la **figura 1**.

35 Los diagramas de flujo y los diagramas de bloques en las diferentes realizaciones representadas ilustran la arquitectura, la funcionalidad y la operación de algunas posibles implementaciones de aparatos y métodos en una realización ilustrativa. En este sentido, cada bloque en los diagramas de flujo o los diagramas de bloques pueden representar al menos uno de un módulo, un segmento, una función, o una porción de una combinación de los mismos de una operación o etapa.

40 En algunas implementaciones alternativas de una realización ilustrativa, la función o las funciones que reflejan los bloques pueden producirse fuera del orden observado en las figuras. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques mostrados en sucesión pueden ser ejecutados sustancialmente simultáneamente, o los bloques pueden a veces ser realizados en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad en cuestión. Además, otros bloques pueden añadirse además de los bloques que se ilustran en un diagrama de flujo o diagrama de bloques.

45 Las realizaciones ilustrativas de la divulgación pueden describirse en el contexto de la fabricación de aeronaves y el método de servicio **1700** como se muestra en la **figura 17** y la aeronave **1800** como se muestra en la **figura 18**. La **figura 17** se muestra una ilustración de un método de construcción y de servicio de aeronaves en la forma de un diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa. Durante la preproducción, el método fabricación de la aeronave y de servicio **1700** puede incluir la especificación y el diseño **1702** de la aeronave **1800** en la **figura 18** y la adquisición de materiales **1704**.

50 Durante la producción, se realiza la fabricación de componentes y subconjuntos **1706** y la integración de sistemas **1708** de la aeronave **1800** en la **figura 18**. A continuación, la aeronave **1800** en la **figura 18** puede ir a través de la certificación y la entrega **1710** para entrar en servicio **1712**. Mientras está en servicio **1712** por parte de un cliente, la aeronave **1800** en la **figura 18** está programada para un mantenimiento de rutina y servicio **1714**, que puede incluir la modificación, la reconfiguración, la remodelación, y otras tareas de mantenimiento o servicio.

55 Cada uno de los procesos del método de fabricación y de servicio de la aeronave **1700** puede llevarse a cabo o realizarse por parte de un integrador de sistemas, un tercero, un operador, o una combinación de los mismos. En estos ejemplos, el operador puede ser un cliente. A los efectos de esta descripción, un integrador de sistema puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y principales subcontratistas del sistema; un

tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de proveedores, subcontratistas y suministradores; y un operador puede ser una línea aérea, una empresa de arrendamiento financiero, una entidad militar, una organización de servicio, etc.

5 Con referencia ahora a la **figura 18**, se muestra una ilustración de una aeronave en la forma de un diagrama de bloques donde se puede implementar una realización ilustrativa. En este ejemplo, la aeronave **108** en la **figura 1** puede ser un ejemplo de aeronave **1800** descrita en este documento. La estructura **104** en la **figura 1** puede ser una estructura configurada para ser instalada en la aeronave **1800**.

10 Como se ilustra, la aeronave **1800** se produce mediante el método de fabricación y de servicio de aeronaves **1700** en la **figura 17** y puede incluir el fuselaje **1802** con una pluralidad de sistemas **1804** y el interior **1806**. Ejemplos de sistemas **1804** incluyen uno o más del sistema de propulsión **1808**, el sistema eléctrico **1810**, el sistema hidráulico **1812**, y el sistema ambiental **1814**. Cualquier número de otros sistemas pueden ser incluidos. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, diferentes realizaciones ilustrativas pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria del automóvil.

15 En un ejemplo ilustrativo, los componentes o subconjuntos producidos en la fabricación de componentes y subconjuntos **1706** en la **figura 17** pueden fabricarse de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave **1800** está en servicio **1712** en la **figura 17**. Como otro ejemplo, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de los mismos pueden ser utilizadas durante las etapas de producción, tal como la fabricación de los componentes y subconjuntos **1706** y la integración del sistema **1708** en la **figura 17**. Las realizaciones de uno o más aparatos, realizaciones del método, o una combinación de los mismos, se pueden utilizar mientras la aeronave **1800** está en servicio **1712**, durante el mantenimiento y el servicio **1714** en la **figura 17**, o una combinación de los mismos. El uso de un número de las diferentes realizaciones ilustrativas puede acelerar sustancialmente el montaje, reducir el coste de la aeronave **1800**, o ambos.

20 Los aparatos y métodos incorporados en este documento pueden ser empleados durante al menos una de las etapas del método de fabricación y de servicio de la aeronave **1700** de la **figura 17**. En particular, el sistema de instalación de elementos de fijación **102** con la herramienta **130** y el sistema de enfriamiento **132** de la **figura 1** se pueden utilizar para instalar el elemento de fijación **114** en la estructura **104** durante las diversas etapas del método de fabricación de aeronaves y de servicio **1700**. Específicamente, el sistema de enfriamiento **132** puede utilizarse durante al menos uno de la fabricación de los componentes y subconjuntos **1706**, la integración de sistemas **1708**, en servicio **1712**, o el mantenimiento y servicio **1714**.

25 Por ejemplo, sin limitación, el sistema de instalación de elementos de fijación **102** se puede utilizar para enfriar el elemento de fijación **114** e instalar el elemento de fijación **114** en la estructura **104** en el fuselaje **1802** durante al menos uno de la fabricación de los componentes y subconjuntos **1706**, la integración de sistemas **1708**, en servicio **1712**, el mantenimiento de rutina y el servicio **1714**, o alguna otra etapa del método de fabricación y servicio de aeronaves **1700**. De esta manera, el sistema de instalación de elementos de fijación **102** puede proporcionar una protección de efecto electromagnético **126** para aeronaves **1800** utilizando material dieléctrico **122** unido a cada uno de los elementos de fijación **212**.

30 Por lo tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan un método y un sistema para la instalación de elementos de fijación **114**. En un ejemplo ilustrativo, la porción superior **118** del elemento de fijación **114** puede enfriarse para endurecer la porción superior **118**. En particular, el material dieléctrico **122** asociado con la porción superior **118** del elemento de fijación **114** puede enfriarse para endurecer el material dieléctrico **122**. El elemento de fijación **114** puede entonces instalarse en la estructura **104** después del enfriamiento, de tal manera que la deformación **138** en la porción superior **118** del elemento de fijación **114** se reduce o elimina cuando se instala en la estructura **104**.

35 Con el uso del sistema de instalación de elementos de fijación **102** para enfriar e instalar el elemento de fijación **114** en la estructura **104**, la deformación **138** de la porción superior **118** del elemento de fijación **114** con el material dieléctrico **122** puede reducirse o eliminarse. Como resultado, sistemas de fijación más eficientes y estructuralmente de sonido pueden ser instalados en la estructura **104**.

40 Además, el elemento de fijación **114** se puede instalar en la estructura **104** tal que el material dieléctrico **122** de la porción superior **118** del elemento de fijación **114** está colocado dentro de las tolerancias seleccionadas **135** de la superficie **133** de la estructura **104** para crear una superficie lisa en el exterior de la estructura **104**. Como resultado, el rendimiento aerodinámico de la estructura **104** en la aeronave **108** se puede aumentar, mientras que todavía proporciona un nivel de protección efecto electromagnético **126** deseado de eventos **125** que se pueden encontrar mediante la estructura **104** en la aeronave **108**.

45 La descripción de los diferentes ejemplos de realización se ha presentado con fines de ilustración y de descripción, y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones divulgadas en la forma. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos normales en la técnica. Además, diferentes realizaciones ilustrativas pueden proporcionar diferentes características en comparación con otras realizaciones deseables. La realización o

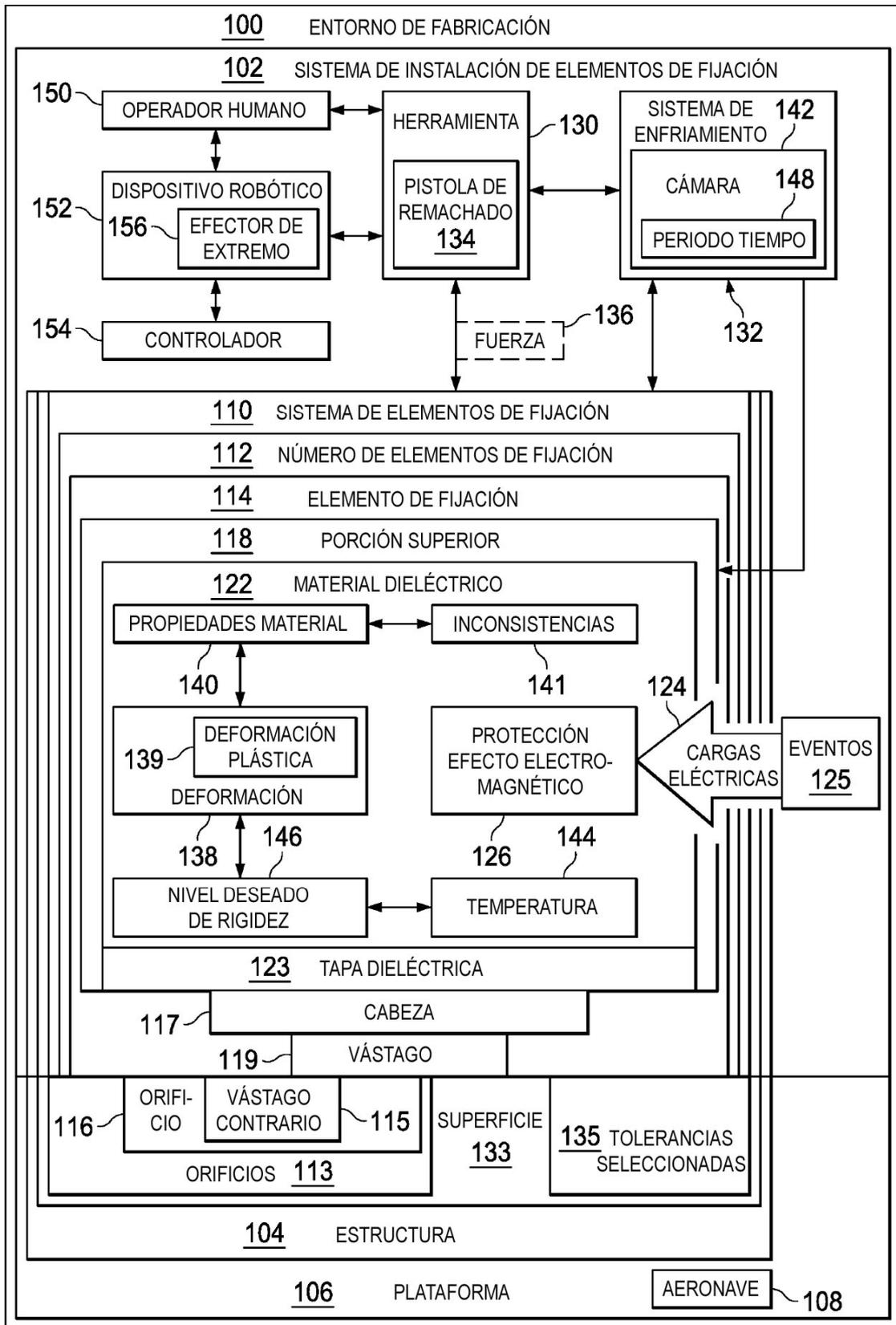
realizaciones seleccionadas se eligieron y describieron con el fin de explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para permitir a otros de experiencia ordinaria en la técnica comprender la divulgación para diversas realizaciones con diversas modificaciones que sean adecuadas al uso particular contemplado.

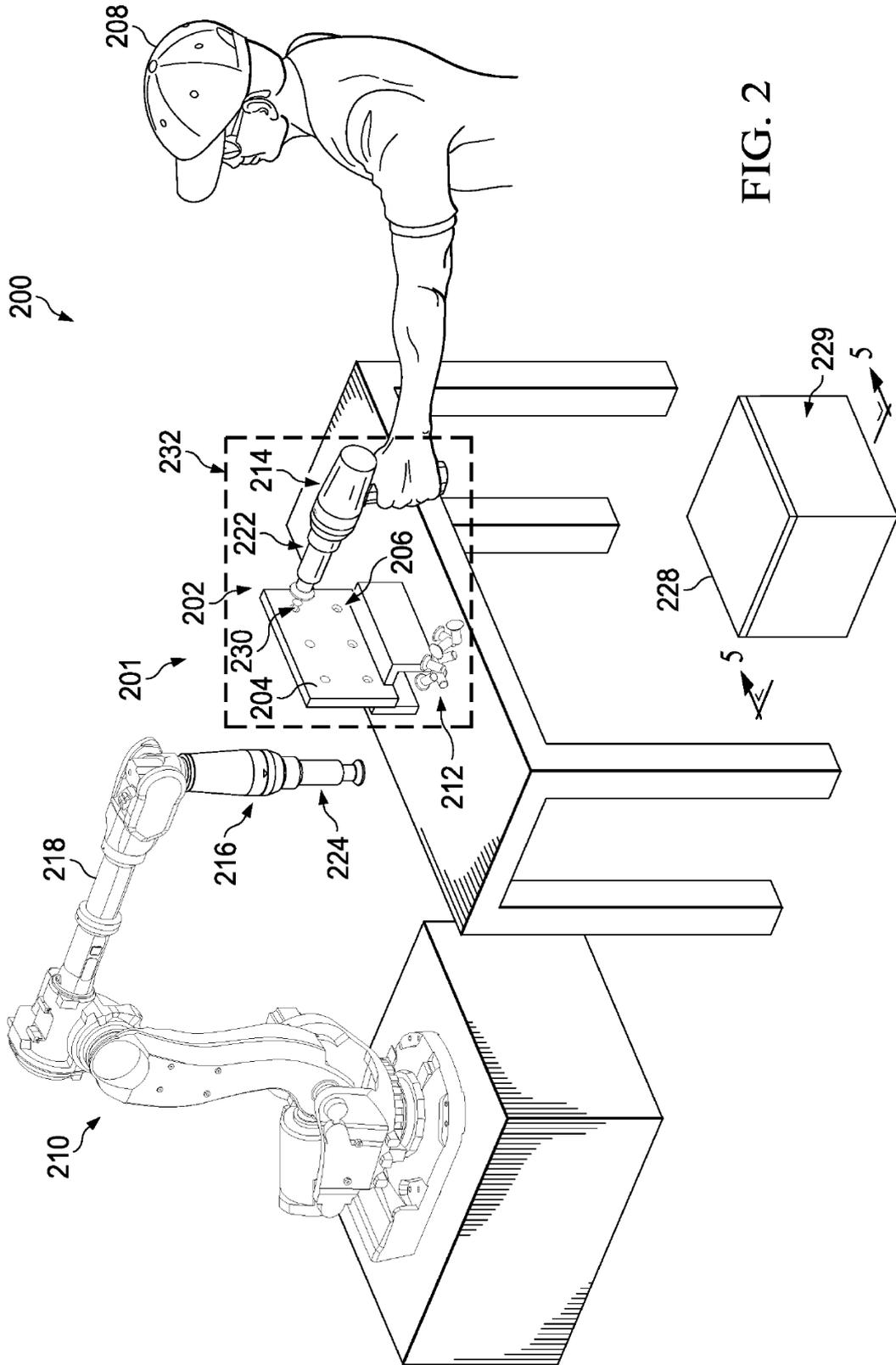
REIVINDICACIONES

1. Un sistema de instalación de elementos de fijación, **caracterizado por que** comprende:
- 5 un elemento de fijación que tiene una porción superior que incluye un material dieléctrico; un sistema de enfriamiento configurado para enfriar la porción superior del dispositivo de fijación para reforzar la porción superior; y una herramienta configurada para instalar el elemento de fijación en una estructura después del enfriamiento.
- 10 2. El sistema de instalación de elementos de fijación de la reivindicación 2, donde el material dieléctrico está configurado para proporcionar una protección de efecto electromagnético.
3. El sistema de instalación de elementos de fijación según cualquier reivindicación anterior, donde el material dieléctrico forma un tapón dieléctrico configurado para sellar una cabeza del elemento de fijación de la penetración de cargas eléctricas.
- 15 4. El sistema de instalación de elementos de fijación según cualquier reivindicación anterior, donde el sistema de enfriamiento enfría el elemento de fijación a una temperatura tal que la porción superior del elemento de fijación tiene un nivel deseado de rigidez.
- 20 5. El sistema de instalación de elementos de fijación de cualquier reivindicación anterior, donde la herramienta comprende una pistola de remachar.
6. Un método para instalar un elemento de fijación, estando el método **caracterizado por que** comprende:
- 25 enfriar una porción superior del elemento de fijación para endurecer la porción superior, donde la porción superior del elemento de fijación incluye un material dieléctrico; e instalar el dispositivo de fijación en una estructura.
- 30 7. El método según la reivindicación 6, donde el elemento de fijación se instala después del enfriamiento, tal que la deformación en la porción superior del elemento de fijación se reduce cuando se instala en la estructura.
8. El método de la reivindicación 6 o la reivindicación 7, donde el enfriamiento de la porción superior del elemento de fijación comprende:
- 35 enfriar el elemento de fijación a una temperatura tal que la porción superior del elemento de fijación tiene un nivel deseado de rigidez.
9. El método de la reivindicación 8, donde el enfriamiento del elemento de fijación comprende:
- 40 enfriar un material dieléctrico asociado con una cabeza del elemento de fijación tal que el material dieléctrico tiene el nivel deseado de rigidez.
10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende, además:
- 45 instalar el elemento de fijación usando una pistola de remachar.
11. El método según la reivindicación 10, donde la pistola de remaches está asociada con un dispositivo robótico.
- 50 12. El método de la reivindicación 11, que comprende, además:
- colocar el elemento de fijación dentro de un sistema de enfriamiento asociado con el dispositivo robótico y configurado para enfriar el elemento de fijación antes de instalar el dispositivo de fijación utilizando el dispositivo robótico.
- 55 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, donde el enfriamiento de la porción superior del elemento de fijación comprende:
- 60 enfriar la porción superior del elemento de fijación usando un sistema de enfriamiento que comprende al menos uno de hielo seco, nitrógeno líquido, un refrigerante, un refrigerador, una unidad de enfriamiento o aire frío.
14. El método según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 13, donde el elemento de fijación se selecciona de uno de un perno, un tornillo, una llave hexagonal, un elemento de fijación de ajuste de interferencia, un remache, un perno de bloqueo, y un perno de manga cónica.
- 65 15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 14, donde el elemento de fijación se instala en una

aeronave.

FIG. 1





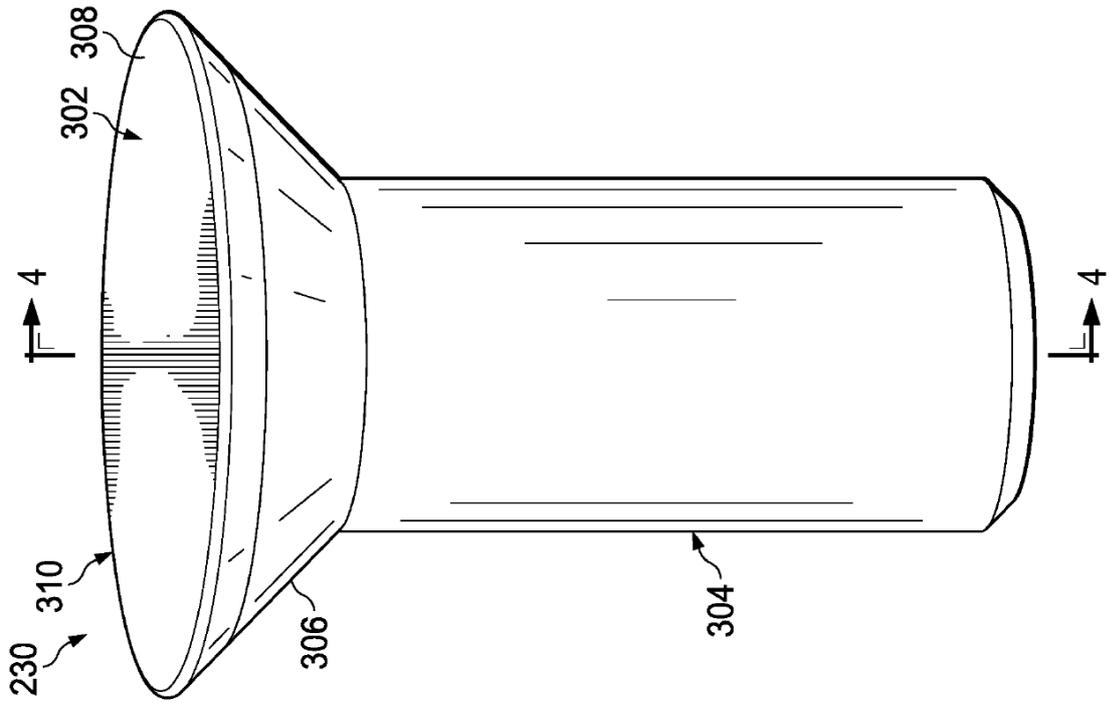


FIG. 3

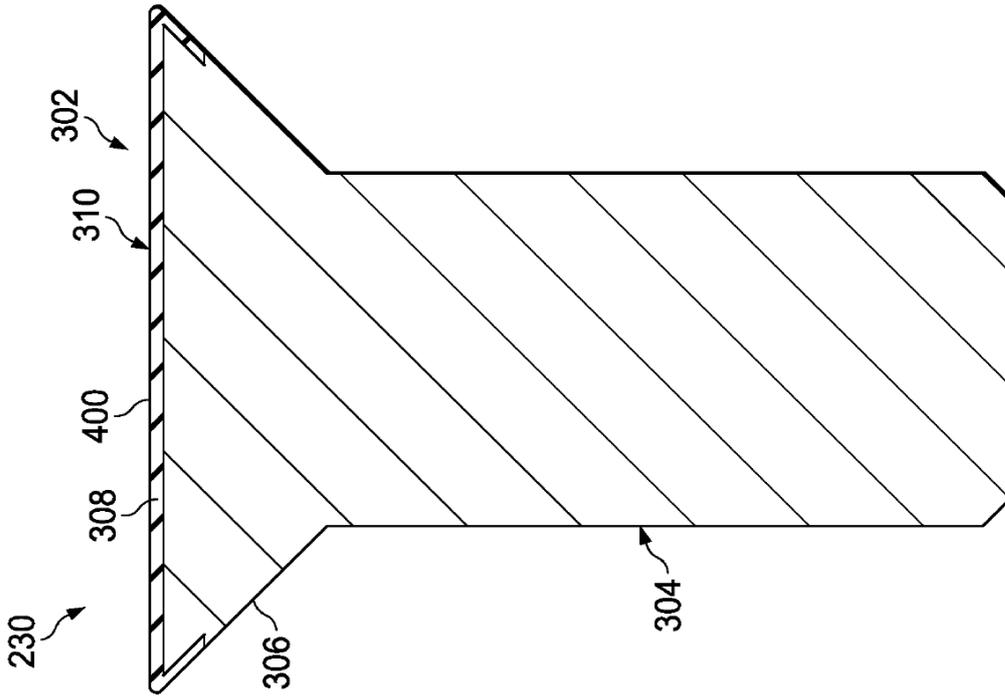


FIG. 4

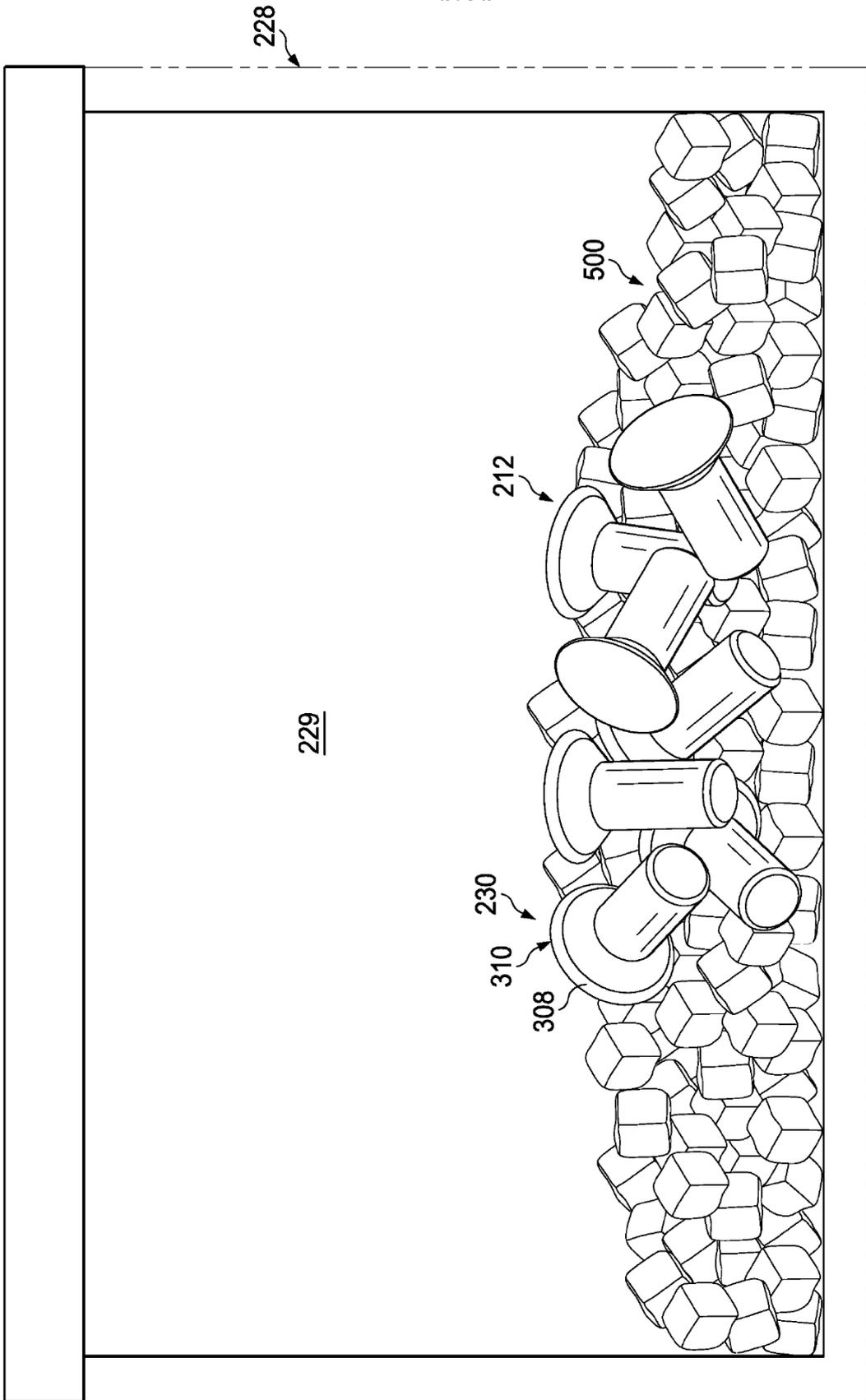


FIG. 5

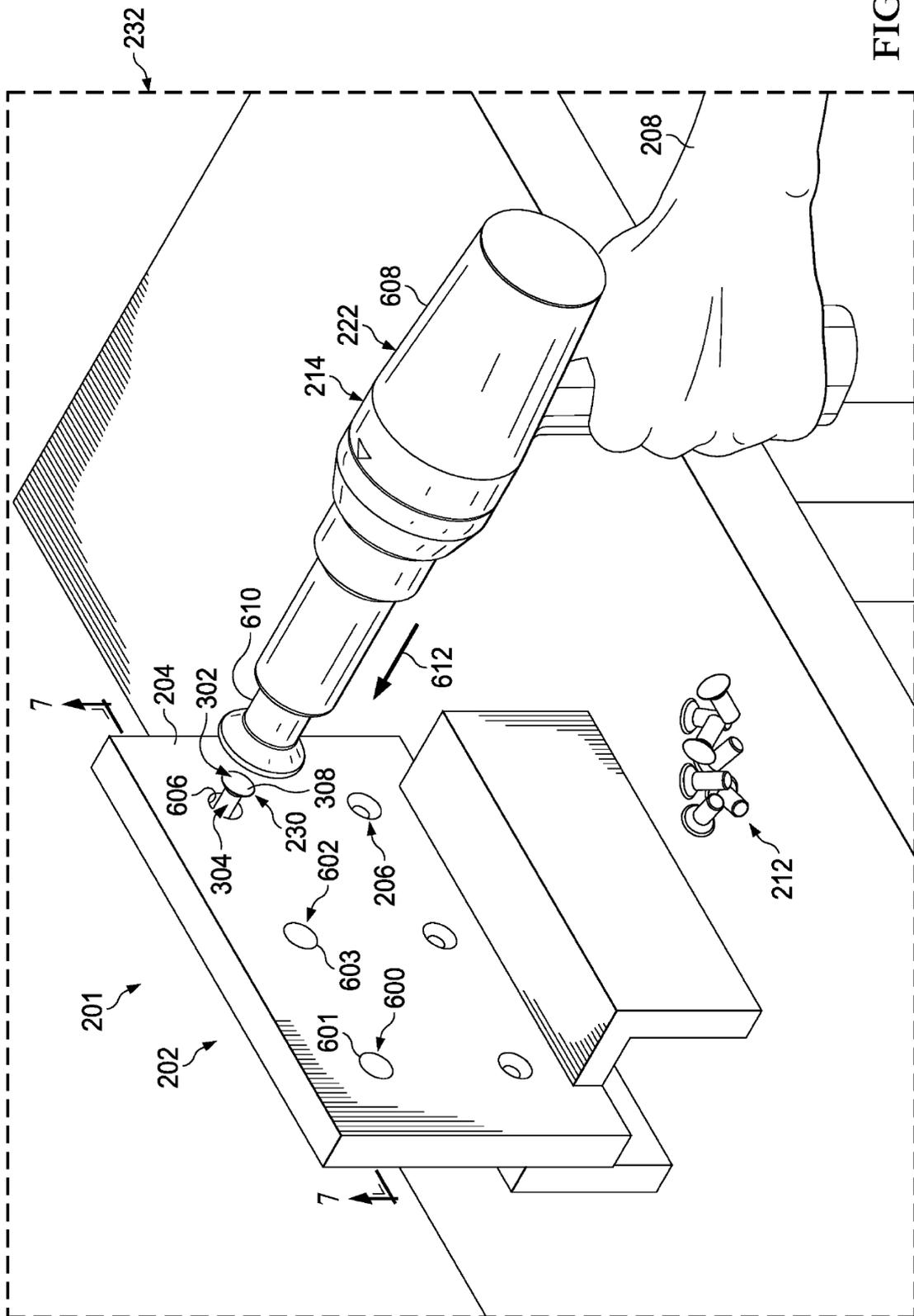


FIG. 6

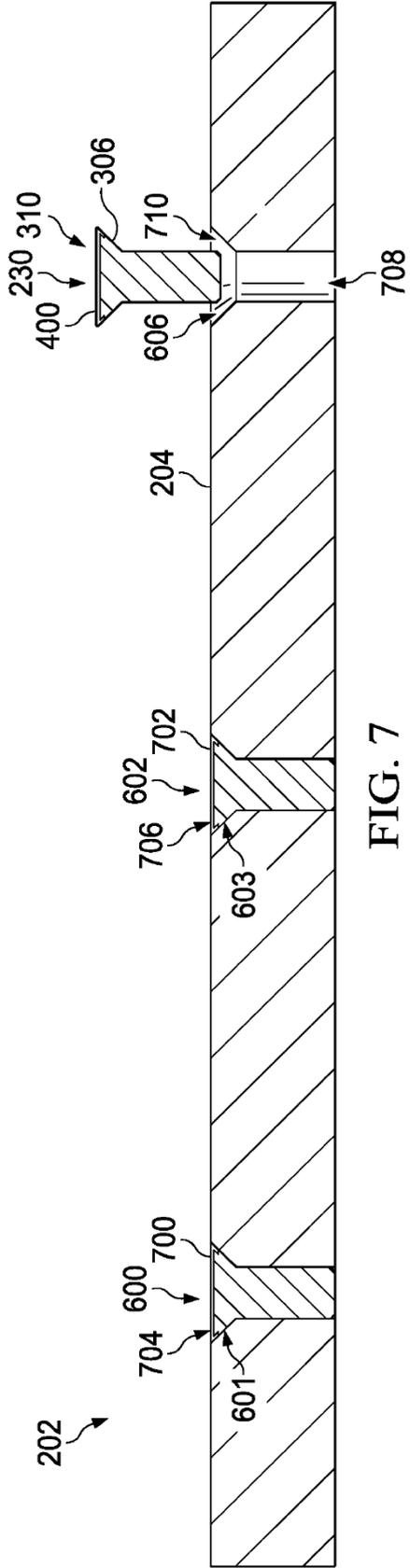


FIG. 7

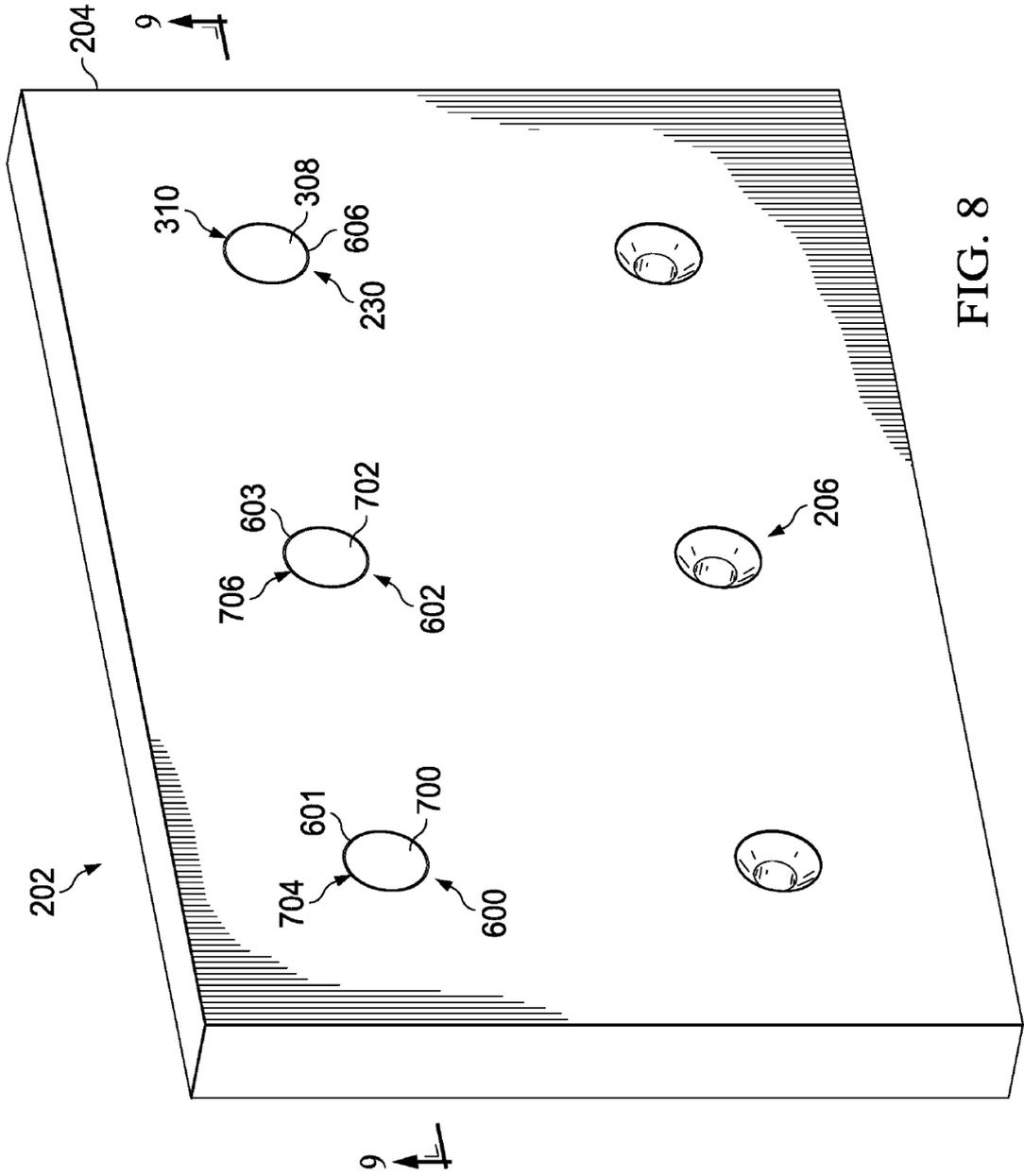


FIG. 8

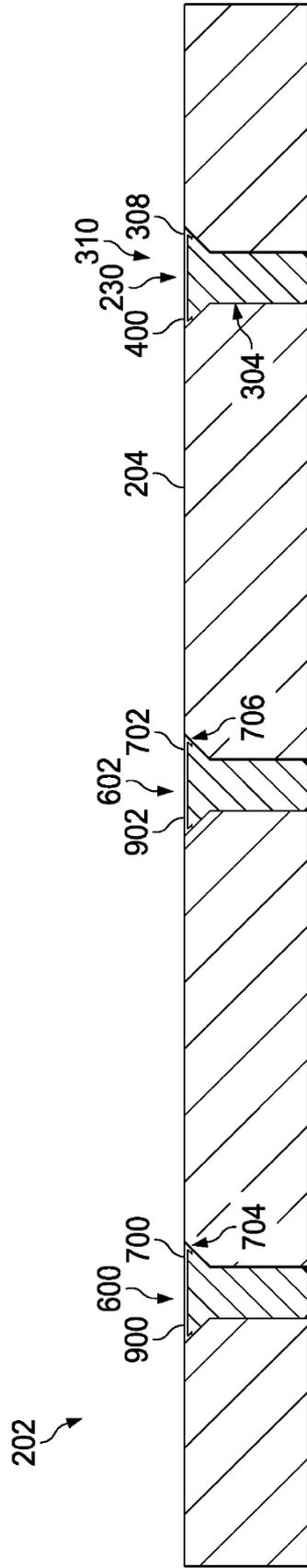


FIG. 9

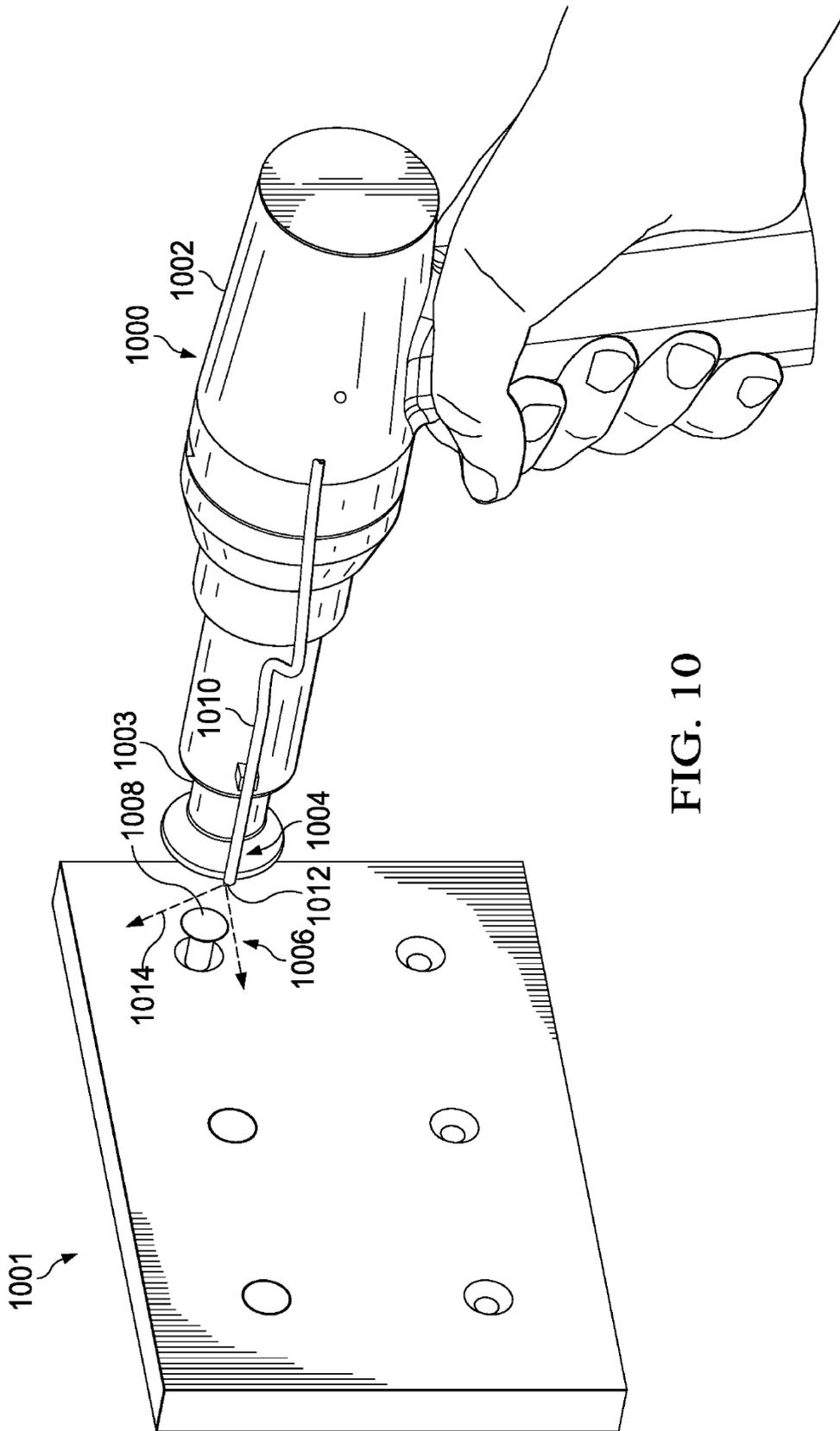


FIG. 10

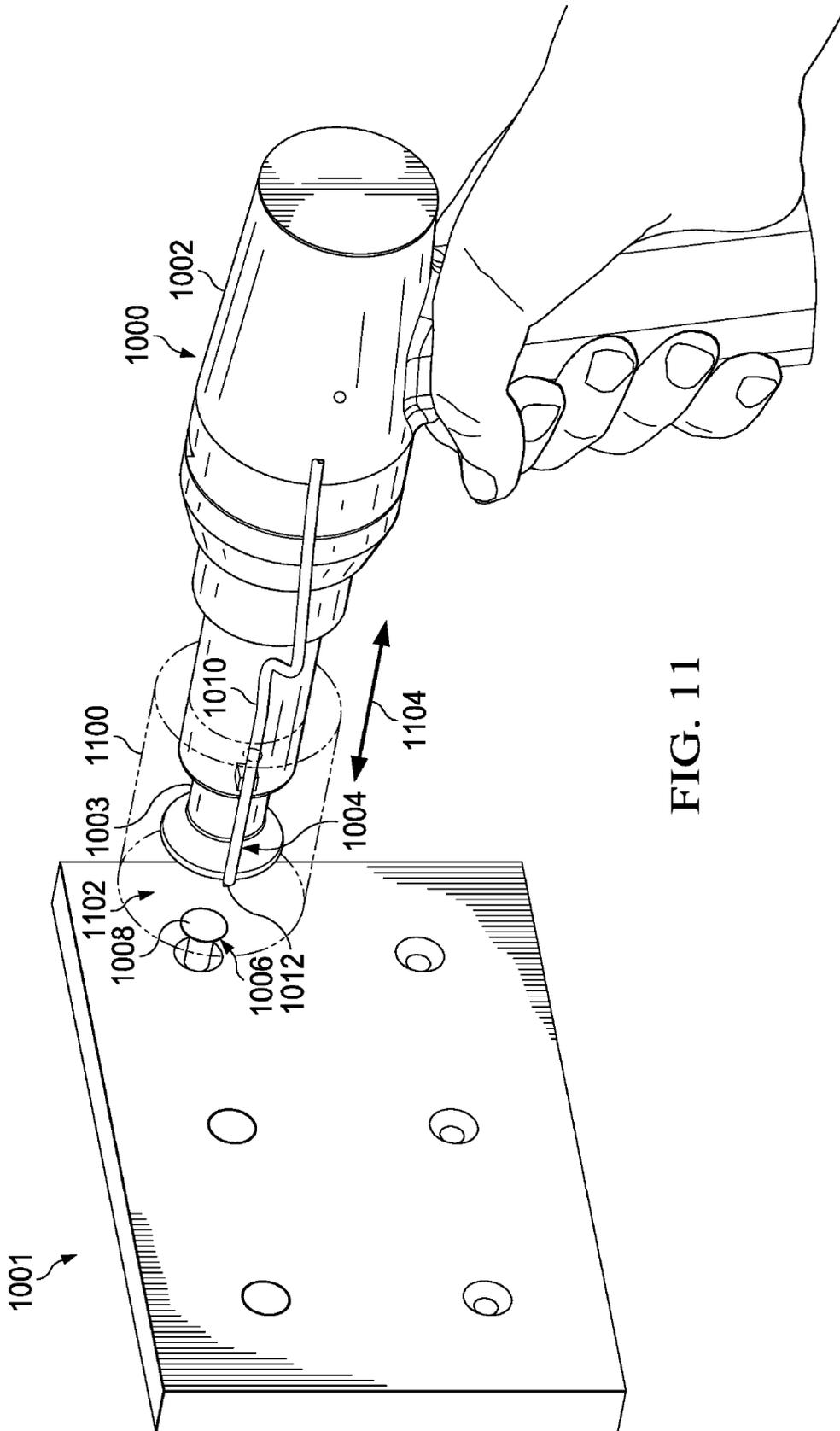


FIG. 11

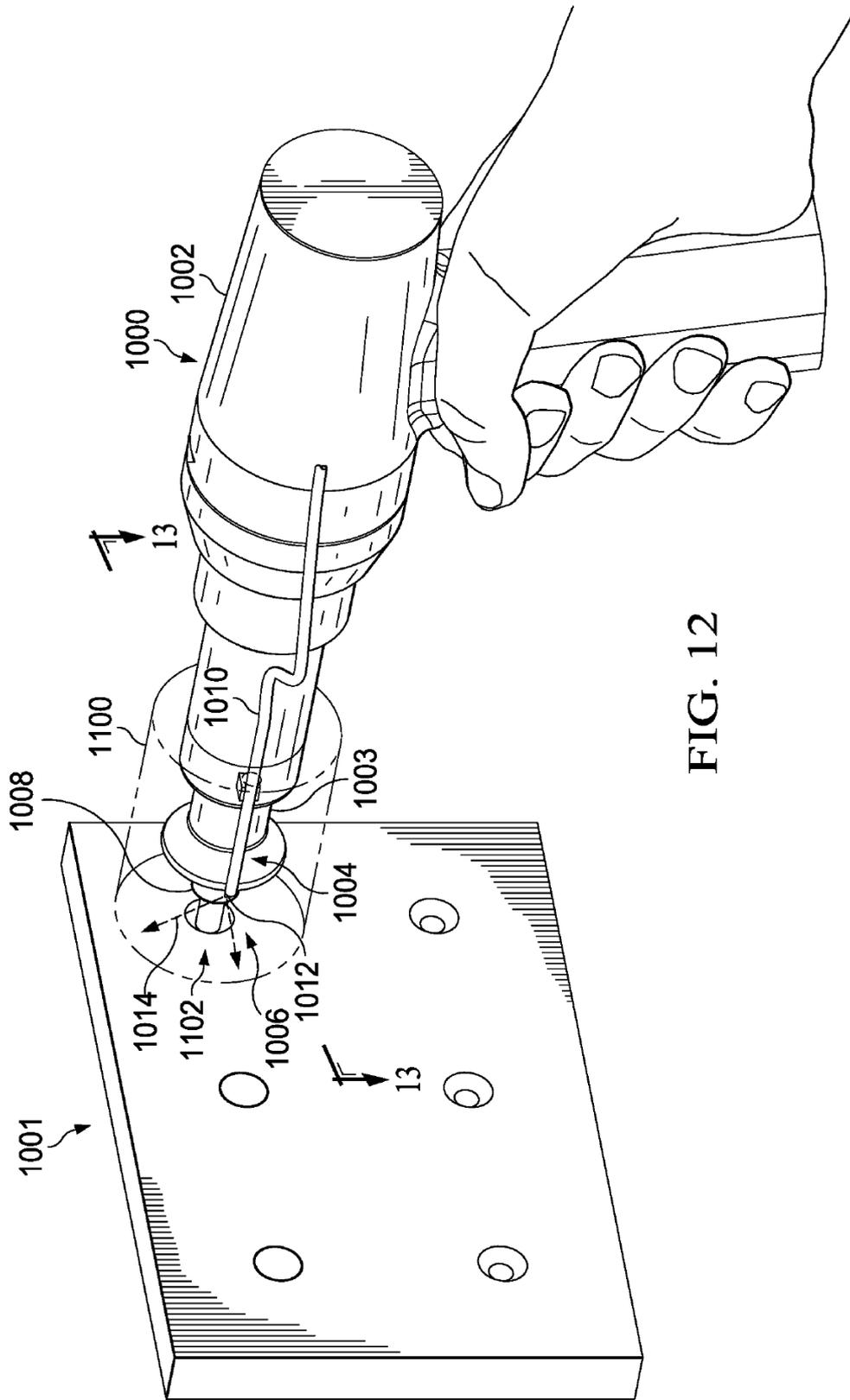


FIG. 12

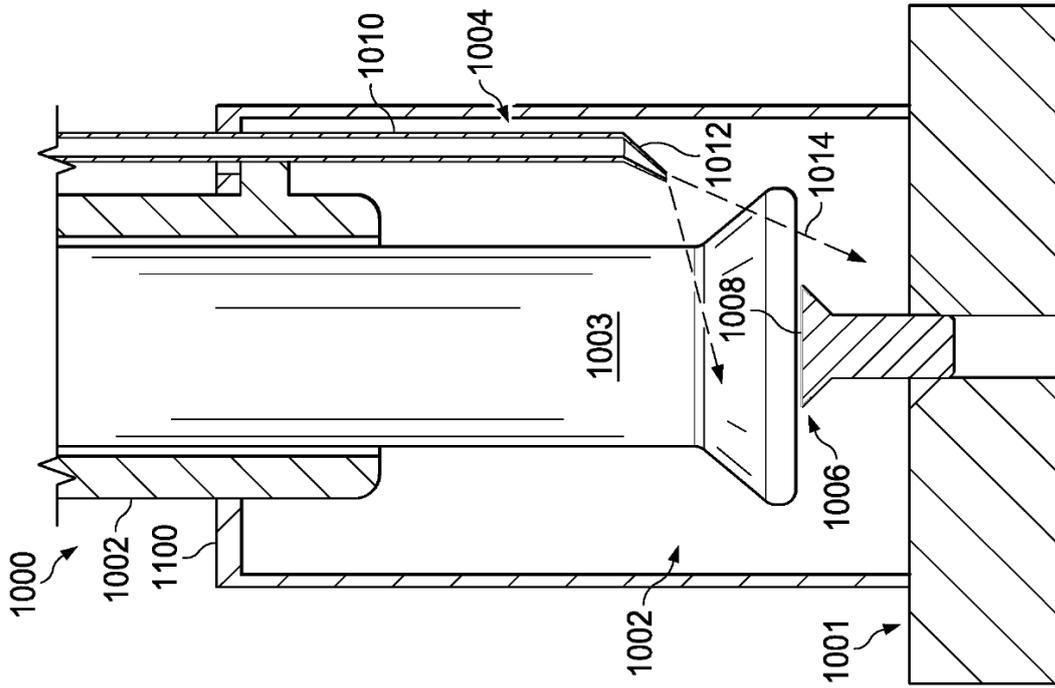


FIG. 14

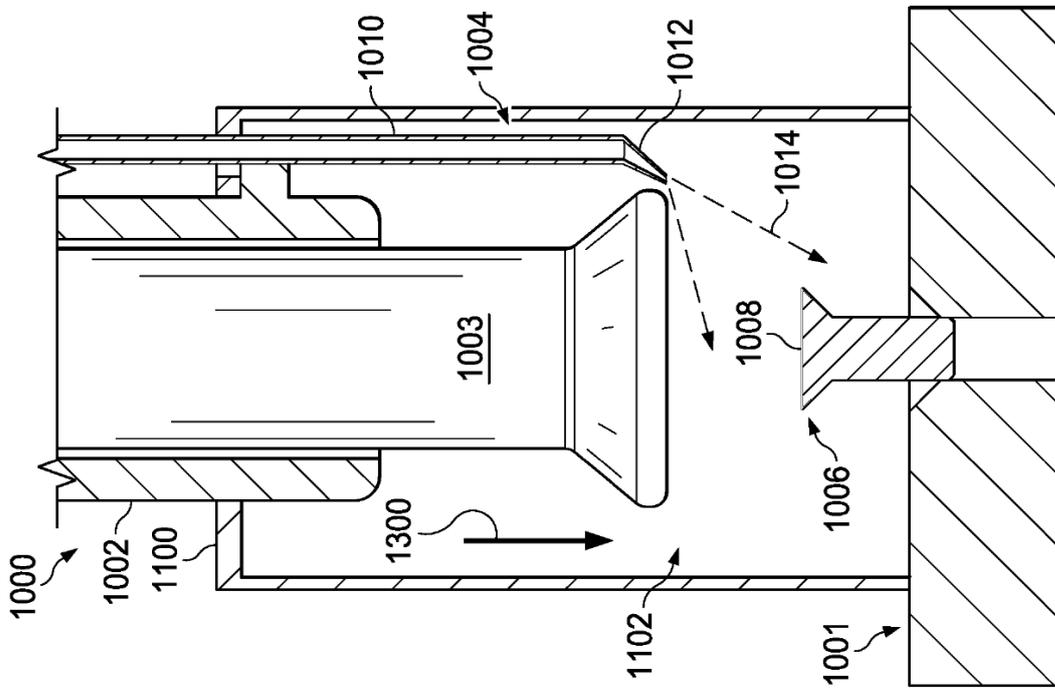


FIG. 13

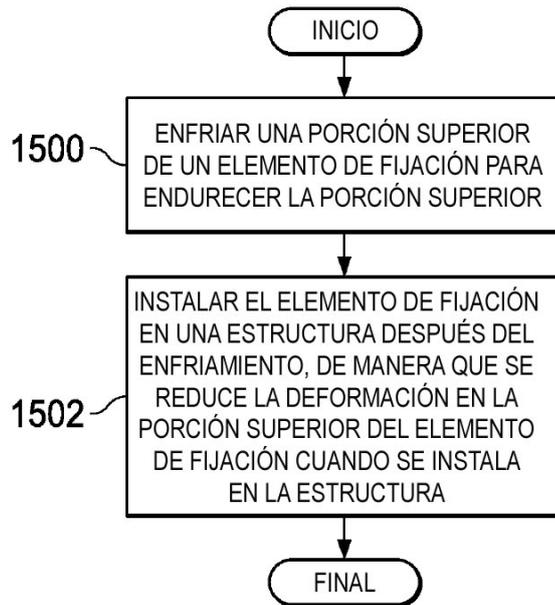


FIG. 15

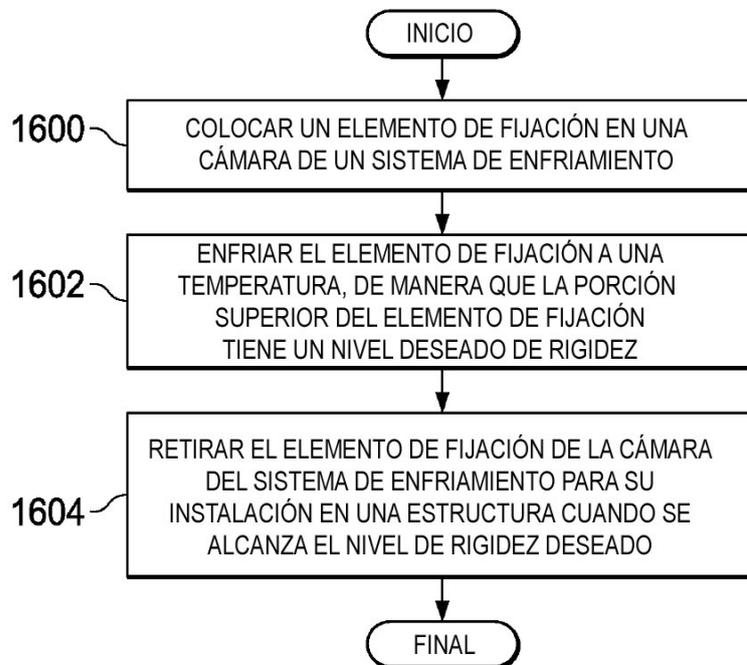


FIG. 16

