(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 781 857**

(51) Int. Cl.:
B23K 20/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2014** **E 15200550 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020** **EP 3031565**

(54) Título: **Aparato y método de soldadura por fricción**

(30) Prioridad:

16.12.2013 US 201314107864

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.09.2020

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

MATLACK, MICHAEL P.;
HELVEY, AMY MARIE y
BAUMANN, JOHN A.

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 781 857 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

Aparato y método de soldadura por fricción

Antecedentes

Las partes formadas de varios metales, como las aleaciones de aluminio de las series 2000 y 7000, se puede unir mediante soldadura por fricción, que convencionalmente se ha asociado con configuraciones de juntas simples, como las juntas a tope. Las piezas de trabajo con geometrías de junta más complicadas, tales como juntas de esquina, Se sueldan por fricción desde un solo lado, limitando la penetración de la soldadura, o desde ambos lados de forma secuencial, lo que requiere una pluralidad de operaciones de fijación y equipos de fijación adicionales, dando como resultado un mayor tiempo de ciclo y coste de fabricación.

El documento US 2012/0248174 desvela un aparato para soldadura por fricción que tiene porciones de contacto planas opuestas que se apoyan contra dos piezas de trabajo que se van a soldar. El documento EP 0.810.056 A2 desvela una soldadura por fricción que produce una soldadura de rugosidad superficial significativamente reducida a velocidades de soldadura significativamente más altas, en materiales difíciles de soldar, tales como aleaciones de aluminio no extruibles. La herramienta de soldadura por fricción se enfría durante el proceso de soldadura, reduciendo así la tendencia del metal ablandado a adherirse al pasador giratorio y al saliente de la herramienta. El documento US 2012/0193401 desvela unir un par de miembros metálicos, que forman una porción de esquina interna formada al apoyar el par de miembros metálicos entre sí y realizar soldadura por fricción en la porción de esquina interna.

Sumario

La presente invención proporciona un aparato de soldadura por fricción de acuerdo con la reivindicación 1 y un método para unir al menos dos partes de acuerdo con la reivindicación 6.

Breve descripción de los dibujos

Habiendo descrito así los ejemplos de la divulgación en términos generales, a continuación se hará referencia a los dibujos adjuntos, que no están necesariamente dibujados a escala, y en los que los caracteres de referencia similares designan las mismas partes o partes similares en todas las vistas, y en los que:

la Figura 1 es una ilustración de una aeronave;

la Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato de soldadura por fricción;

la Figura 3 es una ilustración esquemática de una vista frontal detallada de un primer saliente de un aparato de soldadura por fricción;

la Figura 4 es una ilustración esquemática detallada de una vista frontal de un primer saliente de un aparato de soldadura por fricción;

la Figura 5 es una ilustración esquemática de una vista frontal de al menos dos partes y un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 6 es una ilustración esquemática de una vista frontal de al menos dos partes y un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 7 es una ilustración esquemática de un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 8 es una ilustración esquemática de un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción adecuado para su uso en una realización de la presente invención;

la Figura 9 es una ilustración esquemática de un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción adecuado para su uso en una realización de la presente invención;

la Figura 10 es una ilustración esquemática de un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 11 es una ilustración esquemática de un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de

soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 12 es una ilustración esquemática de un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 13 es una ilustración esquemática detallada de una vista frontal de un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 14 es una vista en perspectiva de un aparato de soldadura por fricción y al menos dos partes que no entran caen dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 15 es una vista en perspectiva detallada de un aparato de soldadura por fricción y al menos dos partes que no entran caen dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 16 es una vista en perspectiva detallada de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 17 es una vista frontal detallada de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 18 es una vista lateral detallada de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 19 es una vista en perspectiva en sección transversal de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 20 es una vista en perspectiva en sección transversal detallada de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 21 es una vista lateral en sección transversal detallada de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 22 es una vista frontal en sección transversal detallada de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 23 es una vista lateral en sección transversal detallada de un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 24 es un diagrama de flujo de un proceso para unir al menos dos partes usando un aparato de soldadura por fricción que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones;

la Figura 25 es un diagrama de flujo de un proceso para unir al menos dos partes usando un aparato de soldadura por fricción de acuerdo con una realización de la presente invención;

la Figura 26 es un diagrama de bloques de un método de fabricación y servicio de aeronaves; y

la Figura 27 es un diagrama de bloques de una aeronave.

En los diagramas de bloques mencionados anteriormente, las líneas continuas que conectan varios elementos y/o componentes pueden representar acoplamientos mecánicos, eléctricos, fluidos, ópticos, electromagnéticos y otros y/o combinaciones de los mismos. Tal y como se utiliza en el presente documento, "acoplado" significa asociado tanto directa como indirectamente. Por ejemplo, un miembro A puede estar asociado directamente con un miembro B, o puede estar asociado indirectamente con el mismo, por ejemplo, a través de otro miembro C. También pueden existir acoplamientos distintos a los representados en el diagrama o bloques. Las líneas discontinuas, si las hay, que conectan los diversos elementos y/o componentes representan acoplamientos similares en función y finalidad a los representados por líneas continuas; sin embargo, los acoplamientos representados por las líneas discontinuas se proporcionan selectivamente o se relacionan con aspectos alternativos u opcionales de la divulgación. De la misma manera, cualquier elemento y/o componente, representado con las líneas discontinuas, indica aspectos alternativos u opcionales de la divulgación. Los elementos ambientales, si los hay, se representan con líneas discontinuas.

Descripción detallada

En la siguiente descripción, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión

profunda de los conceptos presentados. Los conceptos presentados se pueden practicar sin algunos o todos estos detalles específicos. En otros casos, las operaciones de proceso bien conocidas no se han descrito en detalle para no oscurecer innecesariamente los conceptos descritos. Si bien algunos conceptos se describirán junto con los ejemplos específicos, se entenderá que estos ejemplos no pretenden ser limitantes.

A continuación, con referencia a las Figuras y, en particular, con referencia a la Figura 1, se muestra una ilustración de una aeronave. En este ejemplo ilustrativo, una aeronave 100 tiene un ala 102 y un ala 104 unida a un cuerpo 106. La aeronave 100 incluye un motor 108 unido al ala 102 y un motor 110 unido al ala 104.

El cuerpo 106 tiene una sección de cola 112. Un estabilizador horizontal 114, un estabilizador horizontal 116 y un estabilizador vertical 118 se fijan a la sección de cola 112 del cuerpo 106.

La aeronave 100 es un ejemplo de una aeronave en la que se pueden usar partes unidas usando un el aparato y los métodos mostrados o descritos en el presente documento. Por ejemplo, las partes del ala 102, el ala 104, o el cuerpo 106 pueden unirse usando el aparato y los métodos mostrados o descritos en el presente documento.

La ilustración de la aeronave 100 en la Figura 1 no tiene por objeto implicar limitaciones físicas o arquitectónicas en la forma en la que se puede implementar un ejemplo ilustrativo. Por ejemplo, aunque la aeronave 100 es una aeronave comercial, la aeronave 100 puede ser una aeronave militar, un giroplano, un helicóptero, un vehículo aéreo no tripulado, o cualquier otra aeronave adecuada.

Aunque los ejemplos ilustrativos se describen con respecto a una aeronave, el aparato y el método pueden aplicarse a otros tipos de plataformas. La plataforma puede ser, por ejemplo, una plataforma móvil, una plataforma estacionaria, una estructura con base en tierra, una estructura acuática y una estructura espacial. Más específicamente, la plataforma, puede ser un barco de superficie, un tanque, un transportista de personal, un tren, una nave espacial, una estación espacial, un satélite, un submarino, un automóvil, una planta de energía, un puente, una presa, una casa, un molino de viento, una instalación de fabricación, un edificio y otras plataformas adecuadas.

Tal y como se ilustra, por ejemplo, en las Figuras 2 y 16, la presente divulgación se refiere a un aparato de soldadura por fricción. El aparato de soldadura por fricción 202 incluye un alojamiento de husillo 204 y una herramienta de pasador 206, concéntrica con un eje 208 y que puede girar con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208. En disposiciones fuera del alcance de las reivindicaciones, el aparato de soldadura por fricción 202 incluye también un primer saliente 210, no sustancialmente giratorio con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208, y un segundo saliente 212, no sustancialmente giratorio con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208. La herramienta de pasador 206 es giratoria con respecto al primer saliente 210 y al segundo saliente 212.

El aparato de soldadura por fricción 202 puede configurarse para unir al menos dos partes 252, que pueden tener una variedad de geometrías de interfaz de junta. Tal y como se utiliza en el presente documento, una interfaz de junta, tal como una interfaz de junta 250 de las al menos dos partes 252, es una porción de las al menos dos partes 252 en contacto con el primer saliente 210 y el segundo saliente 212 durante una operación de soldadura por fricción.

La herramienta de pasador 206 puede sujetarse mediante un soporte de pasador 216 sin movimiento relativo entre la herramienta de pasador 206 y el soporte de pasador 216. El soporte de pasador 216 puede colocarse dentro del alojamiento de husillo 204. El soporte de pasador 216 puede funcionar para mover la herramienta de pasador 206 a lo largo del eje 208. Además, el soporte de pasador 216 puede funcionar para girar la herramienta de pasador 206 alrededor del eje 208.

La herramienta de pasador 206 puede extenderse a través de una primera estructura 222 del aparato de soldadura por fricción 202. La herramienta de pasador 206 puede estar conectada de forma giratoria a una segunda estructura 238 del aparato de soldadura por fricción 202.

La primera estructura 222 del aparato de soldadura por fricción 202 puede estar conectada al alojamiento de husillo 204 de manera que la herramienta de pasador 206 pueda girar con respecto al alojamiento de husillo 204 mientras que la primera estructura 222 no gira con respecto al alojamiento de husillo 204. La primera estructura 222 del aparato de soldadura por fricción 202 incluye el primer saliente 210, una primera camisa de enfriamiento 224, y al menos un cojinete radial y de empuje 228. La primera estructura 222 puede incluir también otros componentes (no mostrados). Por ejemplo, la primera estructura 222 puede incluir sujetadores, cojinetes, conectores u otros componentes.

El primer saliente 210 puede contactar una parte de la interfaz de junta 250 de las al menos dos partes 252 durante una operación de soldadura por fricción. La primera camisa de enfriamiento 224 puede estar acoplada térmicamente al primer saliente 210 y a al menos un cojinete radial y de empuje 228. Un fluido refrigerante dentro del interior de la

primera camisa de enfriamiento 224 puede eliminar el calor de al menos uno de los al menos un cojinete radial y de empuje 228 y el primer saliente 210.

El al menos un cojinete radial y de empuje 228 puede colocarse entre la primera camisa de enfriamiento 224 y un adaptador estructural 218 para permitir que el adaptador estructural 218 gire en relación con la primera camisa de enfriamiento 224. El adaptador estructural 218 puede girar sustancialmente a la misma velocidad que la herramienta de pasador 206. Las cargas axiales y laterales se transmiten desde la herramienta de pasador 206 al adaptador estructural 218 y más al interior del alojamiento de husillo 204.

La herramienta de pasador 206 puede estar conectada de forma giratoria a la segunda estructura 238. La segunda estructura 238 del aparato de soldadura por fricción 202 incluye el segundo saliente 212, una segunda camisa de enfriamiento 236, y al menos un cojinete radial y de empuje 244. La segunda estructura 238 también puede incluir otros elementos conocidos (no mostrados). Por ejemplo, la segunda estructura 238 puede incluir sujetadores, cojinetes, conectores u otros elementos conocidos.

El segundo saliente 212 puede contactar una parte de la interfaz de junta 250 de las al menos dos partes 252 durante una operación de soldadura por fricción. La segunda camisa de enfriamiento 236 se puede acoplar térmicamente a al menos uno del cojinete radial y de empuje 244 y el segundo saliente 212. Específicamente, en algunos ejemplos, el fluido de enfriamiento en el interior de la segunda camisa de enfriamiento 236 puede eliminar el calor de al menos uno de los al menos un cojinete radial y de empuje 244 y el segundo saliente 212. El al menos un cojinete radial y de empuje 244 puede tomar la forma de un cojinete de contacto angular, que puede permitir que la herramienta de pasador 206 y una tuerca de canilla 240 giren independientemente del segundo saliente 212 y la segunda camisa de enfriamiento 236.

En uno o más ejemplos, el primer saliente 210 no puede girar sustancialmente con respecto al alojamiento de husillo 204, como se ha mencionado anteriormente, debido a que el primer saliente 210 está sustancialmente restringido en giro con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208, por ejemplo, por un dispositivo antigiratorio 232, descrito en detalle a continuación. Adicionalmente o como alternativa, en algunos ejemplos, el primer saliente 210 puede estar sustancialmente restringido en giro con respecto al alojamiento de husillo 204 por la geometría de interfaz de junta de las al menos dos partes 252. Por ejemplo, la geometría de la interfaz de junta de las al menos dos partes 252 en relación con una forma del primer saliente 210 puede ser tal que restrinja sustancialmente el giro del primer saliente 210 en relación con las al menos dos partes 252 y el alojamiento de husillo 204.

En disposiciones fuera del alcance de las reivindicaciones, el segundo saliente 212 no puede girar sustancialmente con respecto al alojamiento de husillo 204. La herramienta de pasador 206 puede estar acoplada de forma giratoria con el segundo saliente 212 a lo largo del eje 208 a través de al menos un cojinete radial y de empuje 244. Un ejemplo de un cojinete radial y de empuje puede incluir un cojinete de contacto angular. El segundo saliente 212 puede estar sustancialmente restringido en giro con respecto al alojamiento de husillo 204 por la geometría de la interfaz de junta de las al menos dos partes 252, mientras que la herramienta de pasador 206 puede girar con respecto al alojamiento de husillo 204.

Al restringir sustancialmente el giro de uno o ambos del primer saliente 210 y el segundo saliente 212 alrededor del eje 208, el aparato de soldadura por fricción 202 puede ser capaz de unir las al menos dos partes 252 que tienen una pluralidad de configuraciones de interfaz de junta diferentes. Tal y como se muestra, por ejemplo, en las figuras 5-10, el aparato de soldadura por fricción 202 (por ejemplo, la Figura 16) puede unir las al menos dos partes 252 que tienen una primera superficie de interfaz de junta 258 y una segunda superficie de interfaz de junta opuesta 260, una o ambas de las que no son planas.

La primera superficie de interfaz de junta 258 puede ser no plana, pero puede incluir porciones sustancialmente planas. Tal y como se muestra, por ejemplo, en las figuras 5, 6 y 10, las porciones sustancialmente planas de la primera superficie de interfaz de junta 258 pueden orientarse en un ángulo 264 (que es mayor o menor que 180 grados) entre sí. Adicionalmente o como alternativa, la segunda superficie de interfaz de junta 260 puede ser no plana, pero puede incluir porciones sustancialmente planas. Tal y como se muestra, por ejemplo, en las figuras 5, 6 y 10, las porciones sustancialmente planas de la segunda superficie de interfaz de junta 260 pueden orientarse en un ángulo 265 (que es mayor o menor que 180 grados) entre sí. Al menos una de la primera superficie de interfaz de junta 258 y la segunda superficie de interfaz de junta 260 pueden ser curvas, tal y como se muestra, por ejemplo, en las Figuras 7-9.

Tal y como se utiliza en el presente documento, la frase "al menos uno/a de", cuando se usa con una lista de elementos, quiere decir que se pueden usar diferentes combinaciones de uno o más de los elementos enumerados y que puede que solo sea necesario uno de cada elemento en la lista. Por ejemplo, "al menos uno del elemento A, del elemento B y del elemento C" puede incluir, sin limitaciones, el elemento A o el elemento A y el elemento B. Este ejemplo también puede incluir el elemento A, el elemento B y el elemento C o el elemento B y el elemento C. El elemento puede ser un objeto, cosa o categoría particular. En otras palabras, "al menos uno/a de" quiere decir que

se puede utilizar cualquier combinación de elementos y número de elementos de la lista, pero que no son necesarios todos los elementos de la lista.

Tal y como se ilustra, por ejemplo, en las Figuras 8 y 9, las realizaciones de la presente invención se refieren a aparatos de soldadura por fricción. El aparato de soldadura por fricción incluye el alojamiento de husillo 204 y la herramienta de pasador 206 concéntrica con el eje 208 y giratoria con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208. El aparato de soldadura por fricción 202 incluye también el primer saliente 210 y el segundo saliente 212. El segundo saliente 212 puede girar con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208. El primer saliente 210 no puede girar sustancialmente con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208.

En una realización de la invención, ilustrada, por ejemplo, en la Figura 8, el segundo saliente 212 puede configurarse para girar cuando la segunda superficie de interfaz de junta 260 es plana o sustancialmente plana. En ejemplos ilustrativos en los que el segundo saliente 212 puede girar sustancialmente con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208, como en la Figura 8, el segundo saliente 212 puede estar acoplado en giro a la herramienta de pasador 206 y puede hacerse girar mediante un accionamiento provisto para girar el segundo saliente 212 con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208. En otros ejemplos ilustrativos, el segundo saliente 212 se puede acoplar a la herramienta de pasador 206 de tal manera que el segundo saliente 212 se puede hacer girar mediante el giro de la herramienta de pasador 206 con respecto al alojamiento de husillo 204.

En otra disposición, ilustrada, por ejemplo, en la Figura 9, el primer saliente 210 puede configurarse para girar cuando el primer saliente 210 acopla la primera superficie de interfaz de junta 258 de las al menos dos partes 252 y la primera superficie de interfaz de junta 258 es plana o sustancialmente plana. Cuando el primer saliente 210 es sustancialmente giratorio con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208, como en la Figura 9, dispositivo antigiratorio 232 (ilustrado, por ejemplo, en la Figura 16) puede no estar presente. Además, en estos ejemplos ilustrativos, el primer saliente 210 puede estar acoplado en giro al alojamiento de husillo 204.

En algunos ejemplos ilustrativos, el primer saliente 210 puede girarse mediante un accionamiento provisto para hacer girar el primer saliente 210 con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208. En otros ejemplos ilustrativos, el primer saliente 210 puede girarse mediante el giro de la herramienta de pasador 206 con relación al alojamiento de husillo 204. En otros ejemplos ilustrativos adicionales, el primer saliente 210 puede estar conectado al adaptador estructural 218 (mostrado, por ejemplo, en la Figura 16). En estos ejemplos ilustrativos, el primer saliente 210 puede girarse mediante el mecanismo que hace girar el adaptador estructural 218.

Tal y como se muestra, por ejemplo, en las Figuras 5-19, la herramienta de pasador 206 del aparato de soldadura por fricción 202 se puede mover con respecto al primer saliente 210 a lo largo del eje 208 y se fija con respecto al segundo saliente 212 a lo largo del eje 208.

Tal y como se representa, por ejemplo, en la Figura 16, la herramienta de pasador 206 puede extenderse a través de un adaptador estructural 218, un soporte estructural 220, y la primera estructura 222. El adaptador estructural 218 y el soporte estructural 220 pueden funcionar para situar y sostener la primera estructura 222 con relación al alojamiento de husillo 204. En algunos ejemplos, el adaptador estructural 218 y el soporte estructural 220 pueden acoplar físicamente la primera estructura 222 al alojamiento de husillo 204.

La primera estructura 222 puede no ser móvil con respecto al alojamiento de husillo 204 a lo largo del eje 208. De este modo, la herramienta de pasador 206 puede moverse con relación al alojamiento de husillo 204 y al primer saliente 210 cuando la herramienta de pasador 206 se mueve a lo largo del eje 208.

La herramienta de pasador 206 puede acoplarse en giro a la segunda estructura 238, que incluye el segundo saliente 212. Más específicamente, la herramienta de pasador 206 se puede fijar en relación con una tuerca de canilla 240, que puede estar giratoriamente acoplada a la segunda estructura 238, por ejemplo, a través del al menos un cojinete radial y de empuje 244. Puesto que la herramienta de pasador 206 está fijada a la tuerca de canilla 240, a medida que la herramienta de pasador 206 se mueve a lo largo del eje 208, el segundo saliente 212 se mueve también a lo largo del eje 208.

El aparato de soldadura por fricción 202 puede incluir también la primera camisa de enfriamiento 224 acoplada térmicamente al primer saliente 210, y la segunda camisa de enfriamiento 236 acoplada térmicamente al segundo saliente 212.

Como se muestra en la Figura 2, la primera camisa de enfriamiento 224 puede incluir un puerto de enfriamiento de fluido 226. Un dispositivo de enfriamiento 230 está acoplado a la primera camisa de enfriamiento 224 a través del puerto de enfriamiento de fluido 226. El dispositivo de enfriamiento 230 puede suministrar fluido de enfriamiento al interior de la primera camisa de enfriamiento 224, que está térmicamente acoplada a al menos el segundo saliente 212, tal y como se ha indicado anteriormente. Este fluido de enfriamiento puede eliminar el calor excesivo de al menos uno de los cojinetes radial y de empuje 228 y el primer saliente 210. Adicionalmente o como alternativa, otro

dispositivo de enfriamiento puede estar acoplado a la primera camisa de enfriamiento 224.

La segunda camisa de enfriamiento 236 puede incluir un puerto de enfriamiento de fluido 242. Un dispositivo de enfriamiento 246 está acoplado a la segunda camisa de enfriamiento 236 a través del puerto de enfriamiento de fluido 242. La segunda camisa de enfriamiento 236 puede estar acoplada adicionalmente o como alternativa al dispositivo de enfriamiento 230. Por consiguiente, uno o más dispositivos de enfriamiento pueden suministrar fluido de enfriamiento al interior de la segunda camisa de enfriamiento 236, que está térmicamente acoplada a al menos el segundo saliente 212, tal y como se ha indicado anteriormente. Este fluido de enfriamiento puede eliminar el calor excesivo de al menos uno de los cojinetes radial y de empuje 244 y el segundo saliente 212.

La primera camisa de enfriamiento 224 y la segunda camisa de enfriamiento 236 del aparato de soldadura por fricción 202 pueden no ser sustancialmente giratorias con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208.

La primera camisa de enfriamiento 224 puede estar acoplada directamente al primer saliente 210. Como resultado, la primera camisa de enfriamiento 224 y el primer saliente 210 pueden estar sustancialmente restringidos en giro con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208. Tal y como se ha descrito anteriormente, la herramienta de pasador 206 puede poder girar con respecto al primer saliente 210 y la primera camisa de enfriamiento 224 alrededor del eje 208.

La primera camisa de enfriamiento 224 puede estar sustancialmente restringida en giro con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208 por el dispositivo antigiratorio 232 (ilustrado, por ejemplo, en la Figura 16). El dispositivo antigiratorio 232 puede estar físicamente acoplado a la primera camisa de enfriamiento 224 de la primera estructura 222. El dispositivo antigiratorio 232 puede incluir también un dispositivo de ajuste de altura 234. El dispositivo de ajuste de altura 234 puede usarse para ajustar la altura de la primera camisa de enfriamiento 224.

En disposiciones fuera del alcance de las reivindicaciones, el segundo saliente 212 no puede girar sustancialmente con respecto al alojamiento de husillo 204. La segunda camisa de enfriamiento 236 puede estar directamente acoplada físicamente al segundo saliente 212.

La herramienta de pasador 206 puede estar acoplada de forma giratoria con la segunda camisa de enfriamiento 236 a través del al menos un cojinete radial y de empuje 244. Un ejemplo de un cojinete radial y de empuje puede incluir un cojinete de contacto angular. Tal y como se ha indicado anteriormente, la segunda camisa de enfriamiento 236 puede no ser sustancialmente giratoria con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208. Un dispositivo antigiratorio puede estar físicamente acoplado a la segunda camisa de enfriamiento 236 de la segunda estructura 238.

Haciendo referencia, por ejemplo, a las Figuras 5, 6 y 10, el primer saliente 210 incluye una primera porción de contacto 254 y el segundo saliente 212 incluye una segunda porción de contacto 256 frente a la primera porción de contacto 254. La primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 son complementarias a la primera superficie de interfaz de junta 258 y la segunda superficie de interfaz de junta 260 de la interfaz de junta 250, respectivamente. Una forma 262 de la primera porción de contacto 254 puede influir en el ángulo 264 de la primera superficie de interfaz de junta 258 de las al menos dos partes 252. Una forma 266 de la segunda porción de contacto 256 puede influir en el ángulo 265 de la segunda superficie de interfaz de junta 260 de las al menos dos partes 252.

Las al menos dos partes 252 pueden formar la interfaz de junta 250 que tiene el ángulo 264, que no es igual a 180 grados. Las Figuras 5 y 6 representan dos ejemplos de interfaz de junta 250 que tienen el ángulo 264, que no es igual a 180 grados. La Figura 5 representa un ejemplo de interfaz de junta 250 que tiene el ángulo 264 que es inferior a 180 grados. La Figura 6 es un ejemplo de interfaz de junta 250 que tiene el ángulo 264 que es mayor que 180 grados.

En algunas disposiciones, al menos una de la primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 es continua. Por ejemplo, en las Figuras 7-9, tanto la primera porción de contacto 254 como la segunda porción de contacto 256 son continuas.

En algunas disposiciones, al menos una de la primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 es discontinua. Tal y como se muestra en las Figuras 3 y 4, la primera porción de contacto 254 puede ser discontinua debido a que una tercera porción de contacto 268 está interpuesta entre las dos superficies de la primera porción de contacto 254. Tal y como se muestra en las Figuras 6 y 10, la segunda porción de contacto 256 puede ser discontinua debido a que una cuarta porción de contacto 270 está interpuesta entre las dos superficies de la segunda porción de contacto 256.

La Figura 3 es una ilustración de una vista frontal detallada de un primer saliente de un aparato de soldadura por fricción, adecuado para su uso con la presente invención. Específicamente, la Figura 3 es una vista frontal del primer

saliente 210 del aparato de soldadura por fricción 202 (ilustrado, por ejemplo, en las Figuras 2 y 16). Tal y como se representa, el primer saliente 210 tiene la primera porción de contacto 254 y la tercera porción de contacto 268. La primera porción de contacto 254 incluye superficies discontinuas. Específicamente, las superficies de la primera porción de contacto 254 están separadas por la tercera porción de contacto 268. En este ejemplo ilustrado, la tercera porción de contacto 268 es una superficie suavemente contorneada o redondeada. El radio de la tercera porción de contacto 268 influye en un contorno de filete de una unión soldada por fricción producida por el primer saliente 210.

Haciendo referencia, por ejemplo, a las Figuras 5 y 6, que muestran disposiciones fuera del alcance de las reivindicaciones, al menos una parte de una de la primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 no es plana. Cuando cada uno de los ángulos 264 y 265 no es igual a 180 grados, la primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 no son planas. Las Figuras 5 y 6 representan dos disposiciones en las que la primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 no son planas.

En disposiciones fuera del alcance de las reivindicaciones, la primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 son mutuamente complementarias. Tal y como se utiliza en el presente documento, las superficies se complementan mutuamente cuando las superficies son sustancialmente inversas entre sí. Por ejemplo, la primera porción de contacto 254 puede ser una superficie convexa, mientras que la segunda porción de contacto 256 puede ser una superficie cóncava mutuamente complementaria. La Figura 6 representa una disposición en la que la primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 son mutuamente complementarias.

La Figura 6 es una vista frontal esquemática de al menos dos partes y un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción en una disposición fuera del alcance de las reivindicaciones. Específicamente, el primer saliente 210 y el segundo saliente 212 del aparato de soldadura por fricción 202 (ilustrado, por ejemplo, en la Figura 16) se representan en relación con las superficies opuestas de las al menos dos partes 252. La herramienta de pasador 206 se extiende a través del primer saliente 210, el segundo saliente 212, y las al menos dos partes 252. Durante una operación de soldadura, la primera porción de contacto 254 del primer saliente 210 se empuja contra la primera superficie de interfaz de junta 258 de las al menos dos partes 252. La segunda porción de contacto 256 del segundo saliente 212 se empuja contra la segunda superficie de interfaz de junta 260 de las al menos dos partes 252. Como resultado, la forma 262 de la primera porción de contacto 254 se selecciona basándose en el ángulo 264 de las al menos dos partes 252. Además, la forma 266 de la segunda porción de contacto 256 se selecciona basándose en el ángulo 265 de las al menos dos partes 252.

Tal y como se representa, la primera porción de contacto 254 es cóncava y la primera superficie de interfaz de junta 258 es convexa. La segunda porción de contacto 256 es convexa y la segunda superficie de interfaz de junta 260 es cóncava. Tal y como se representa, el ángulo 264 y el ángulo 265 suman aproximadamente 360 grados. Como resultado, la primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 son mutuamente complementarias.

En disposiciones fuera del alcance de las reivindicaciones, la primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 son mutuamente simétricas. Tal y como se utiliza en el presente documento, las superficies son mutuamente simétricas cuando las superficies tienen simetría de reflexión sobre un plano. La Figura 5 representa una disposición en la que la primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 son mutuamente simétricas.

La Figura 5 es una vista frontal esquemática detallada de al menos dos partes y un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción. Específicamente, el primer saliente 210 y el segundo saliente 212 del aparato de soldadura por fricción 202 (ilustrado, por ejemplo, en la Figura 16) se representan en relación con las superficies opuestas de las al menos dos partes 252. La herramienta de pasador 206 se extiende a través del primer saliente 210, el segundo saliente 212, y las al menos dos partes 252. Durante una operación de soldadura, la primera porción de contacto 254 del primer saliente 210 se empuja contra la primera superficie de interfaz de junta 258 de las al menos dos partes 252. La segunda porción de contacto 256 del segundo saliente 212 se empuja contra la segunda superficie de interfaz de junta 260 de las al menos dos partes 252. Como resultado, la forma 262 de la primera porción de contacto 254 se selecciona basándose en el ángulo 264 de la primera superficie de interfaz de junta 258 de las al menos dos partes 252 y la forma 266 de la segunda porción de contacto 256 se selecciona basándose en el ángulo 265 de la segunda superficie de interfaz de junta 260. La primera porción de contacto 254 es convexa y la primera superficie de interfaz de junta 258 es cóncava. La segunda porción de contacto 256 es convexa y la segunda superficie de interfaz de junta 260 es cóncava. Tal y como se representa, el ángulo 264 es sustancialmente el mismo que el ángulo 265. Por consiguiente, la primera porción de contacto 254 y la segunda porción de contacto 256 son sustancialmente simétricas entre sí.

De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, la primera porción de contacto 254 tiene una forma diferente de la de la segunda porción de contacto 256. La Figura 8 representa un ejemplo ilustrativo en el que la primera porción de contacto 254 tiene una forma diferente de la de la segunda porción de contacto 256.

El primer saliente 210 puede incluir además la tercera porción de contacto 268 (ilustrada, por ejemplo, en la Figura 3), y el segundo saliente 212 incluye además la cuarta porción de contacto 270 (ilustrada, por ejemplo, en la Figura 10) opuesta a la tercera porción de contacto 268. Con referencia, por ejemplo, a la Figura 2, la tercera porción de contacto 268 y la cuarta porción de contacto 270 pueden contactar las al menos dos partes 252 en la interfaz de junta 250. La tercera porción de contacto 268 puede tener una forma 272. La forma 272 puede seleccionarse para formar un contorno de filete 255 en la interfaz de junta 250 de una forma deseada. Tal y como se utiliza en el presente documento, Un contorno de filete es una forma de material en la junta que se ha plastificado durante la soldadura. En algunos ejemplos, el contorno de filete 255 puede ser un radio de filete 257.

La cuarta porción de contacto 270 puede tener una forma 274. La forma 274 puede seleccionarse para formar un contorno de filete 251 en la interfaz de junta 250 de una forma deseada. En algunos ejemplos, el contorno de filete 251 puede ser un radio de filete 253.

La tercera porción de contacto 268 no es plana. La Figura 3 ilustra un ejemplo en el que al menos una de la tercera porción de contacto 268 y la cuarta porción de contacto 270 no es plana.

En disposiciones fuera del alcance de las reivindicaciones, la tercera porción de contacto 268 y la cuarta porción de contacto 270 son mutuamente simétricas. La Figura 11 representa un ejemplo en el que la tercera porción de contacto 268 y la cuarta porción de contacto 270 son mutuamente simétricas.

La Figura 11 es una vista frontal esquemática de al menos dos partes y un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción. La herramienta de pasador 206 se extiende a través del primer saliente 210, el segundo saliente 212, y las al menos dos partes 252. Tal y como se representa, la tercera porción de contacto 268 del primer saliente 210 está contorneada o redondeada. Tal y como se representa, la cuarta porción de contacto 270 del segundo saliente 212 está contorneada o redondeada. Además, la tercera porción de contacto 268 y la cuarta porción de contacto 270 son mutuamente simétricas.

La tercera porción de contacto 268 tiene una forma diferente de la de la cuarta porción de contacto 270. La Figura 12 representa una disposición, en el que la tercera porción de contacto 268 tiene una forma diferente de la de la cuarta porción de contacto 270.

La Figura 12 es una vista frontal esquemática de al menos dos partes y un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción en una disposición que queda fuera del alcance de las reivindicaciones. La herramienta de pasador 206 se extiende a través del primer saliente 210, el segundo saliente 212, y las al menos dos partes 252. Tal y como se representa, la cuarta porción de contacto 270 del segundo saliente 212 es plana. Como el segundo saliente 212 es plano, el segundo saliente 212 puede ser giratorio con relación al alojamiento de husillo alrededor del eje.

La tercera porción de contacto 268 puede formar un borde. Las Figuras 4 y 5 representan ejemplos ilustrativos en los que la tercera porción de contacto 268 forma un borde.

La Figura 4 es una vista frontal esquemática detallada de un primer saliente de un aparato de soldadura por fricción en una disposición que queda fuera del alcance de las reivindicaciones. Específicamente, la Figura 4 es una vista frontal del primer saliente 210 del aparato de soldadura por fricción 202 (ilustrado, por ejemplo, en la Figura 16). Tal y como se representa, el primer saliente 210 tiene la primera porción de contacto 254 y la tercera porción de contacto 268. La primera porción de contacto 254 incluye superficies discontinuas. Específicamente, las superficies de la primera porción de contacto 254 están separadas por la tercera porción de contacto 268. En este ejemplo ilustrado, la tercera porción de contacto 268 forma un borde. Tal y como se ha indicado anteriormente, el contorno de la tercera porción de contacto 268 influye en el contorno del filete de una junta resultante.

La Figura 10 es una ilustración esquemática de un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción en una disposición que queda fuera del alcance de las reivindicaciones. La herramienta de pasador 206 se extiende a través del primer saliente 210, el segundo saliente 212, y las al menos dos partes 252. Tal y como se representa, la tercera porción de contacto 268 del primer saliente 210 forma un borde. Tal y como se representa, la cuarta porción de contacto 270 del segundo saliente 212 forma un borde.

En otro ejemplo que se muestra en la Figura 13, una de la tercera porción de contacto 268 y la cuarta porción de contacto 270 puede tener una forma plana. La Figura 13 es una vista frontal esquemática detallada de un primer saliente y un segundo saliente de un aparato de soldadura por fricción en una disposición que queda fuera del alcance de las reivindicaciones. Específicamente, la Figura 13 es una vista frontal del primer saliente 210 del aparato de soldadura por fricción 202 (ilustrado, por ejemplo, en la Figura 16). Tal y como se representa, el primer saliente 210 tiene la primera porción de contacto 254 y la tercera porción de contacto 268. La primera porción de contacto 254 incluye superficies discontinuas. Específicamente, las superficies de la primera porción de contacto 254 están separadas por la tercera porción de contacto 268. Tal y como se representa, la tercera porción de contacto 268 tiene

una forma plana.

Tal y como se representa, el segundo saliente 212 tiene la segunda porción de contacto 256 y la cuarta porción de contacto 270. La tercera porción de contacto 268 incluye superficies discontinuas. Específicamente, las superficies de la segunda porción de contacto 256 están separadas por la cuarta porción de contacto 270. Tal y como se representa, la cuarta porción de contacto 270 tiene una forma plana.

Volviendo ahora a las Figuras restantes, las Figuras 14-23 representan una implementación física del aparato de soldadura por fricción 202. La Figura 14 es una ilustración de una vista en perspectiva de un aparato de soldadura por fricción y al menos dos partes. La Figura 14 muestra el aparato de soldadura por fricción 202 de la Figura 2. El alojamiento de husillo 204 está asociado con la primera estructura 222. Las al menos dos partes 252 se pueden ver también.

La Figura 15 es una ilustración de una vista en perspectiva detallada de un aparato de soldadura por fricción y al menos dos partes. Específicamente, la Figura 15 es una vista de un detalle 15-15 de la Figura 14. Tal y como se puede observar en la Figura 15, las al menos dos partes 252 tienen la interfaz de junta 250. Las al menos dos partes 252 tienen la primera superficie de interfaz de junta 258 y la segunda superficie de interfaz de junta 260. La primera superficie de interfaz de junta 258 está en un lado opuesto de la interfaz de junta 250 en comparación con la segunda superficie de interfaz de junta 260.

El aparato de soldadura por fricción 202 se sitúa de tal manera que la primera estructura 222 asociada con la primera superficie de interfaz de junta 258. La segunda estructura 238 está asociada con la segunda superficie de interfaz de junta 260.

La Figura 16 es una ilustración de una vista en perspectiva detallada de un aparato de soldadura por fricción. Las al menos dos partes 252 no se muestran. Tal y como se representa, el dispositivo antigiratorio 232 está asociado con la primera estructura 222. El dispositivo antigiratorio 232 puede evitar o restringir el giro de la primera estructura 222 que incluye la primera camisa de enfriamiento 224 y el primer saliente 210. El dispositivo antigiratorio 232 incluye el dispositivo de ajuste de altura 234. En este ejemplo, el dispositivo antigiratorio está directamente acoplado a la primera camisa de enfriamiento 224. El dispositivo antigiratorio 232 puede no incluir el dispositivo de ajuste de altura 234. El dispositivo antigiratorio 232 puede acoplarse a la primera estructura 222 usando un mecanismo de acoplamiento diferente. El dispositivo antigiratorio 232 puede no estar presente.

La segunda estructura 238 incluye el segundo saliente 212, la segunda camisa de enfriamiento 236, una cubierta 241 y la tuerca de canilla 240. La tuerca de canilla 240 se puede fijar al extremo de la herramienta de pasador 206.

La Figura 17 es una ilustración de una vista frontal detallada de un aparato de soldadura por fricción. Específicamente, la Figura 17 es una vista frontal del aparato de soldadura por fricción 202 de la Figura 16. Tal y como se representa, el primer saliente 210 tiene la primera porción de contacto 254 y la tercera porción de contacto 268. El segundo saliente 212 tiene la segunda porción de contacto 256 y la cuarta porción de contacto 270. La primera porción de contacto 254 está opuesta a la segunda porción de contacto 256. La primera porción de contacto 254 puede contactar la primera superficie de interfaz de junta 258 de las al menos dos partes 252 (no mostradas) durante el procesamiento. Tal y como se representa, la primera porción de contacto 254 es una superficie discontinua que está separada por la tercera porción de contacto 268. La tercera porción de contacto 268, tal y como se representa, forma una superficie suavemente contorneada o redondeada. La tercera porción de contacto 268 está opuesta a la cuarta porción de contacto 270.

La segunda porción de contacto 256 puede contactar la segunda superficie de interfaz de junta 260 de las al menos dos partes 252 (no representadas) durante el procesamiento. Tal y como se representa, la segunda porción de contacto 256 es una superficie discontinua que está separada por la cuarta porción de contacto 270. La cuarta porción de contacto 270, tal y como se representa, forma una superficie suavemente contorneada o redondeada.

Tal y como se representa, la primera camisa de enfriamiento 224 tiene una forma 1702. La segunda camisa de enfriamiento 236 tiene una forma 1704. La forma 1702 puede verse afectada por la forma de al menos dos partes 252 (ilustradas, por ejemplo, en la Figura 12). Específicamente, la forma 1702 puede seleccionarse de modo que la primera estructura 222 pueda colocarse con respecto a las al menos dos partes 252 para unir las al menos dos partes 252. La forma 1704 puede seleccionarse de modo que la segunda estructura 238 pueda colocarse próxima a las al menos dos partes 252 para unir las al menos dos partes 252.

La Figura 18 es una ilustración de una vista lateral detallada de un aparato de soldadura por fricción. Específicamente, la Figura 18 es una vista lateral del aparato de soldadura por fricción 202 de la Figura 17. En esta vista, el puerto de enfriamiento de fluido 226 está asociado con la primera camisa de enfriamiento 224. Además, el puerto de enfriamiento de fluido 242 está asociado con la segunda camisa de enfriamiento 236.

La Figura 19 es una ilustración de una vista en perspectiva en sección transversal de un aparato de soldadura por fricción y al menos dos partes. Específicamente, la Figura 19 es una vista en perspectiva del aparato de soldadura por fricción 202 y las al menos dos partes 252 de la Figura 12. la Figura 19 es una sección a lo largo de la interfaz de junta 250.

Tal y como se puede observar en la Figura 19, la primera estructura 222 está conectada al alojamiento de husillo 204 a través de una variedad de partes. Específicamente, la primera estructura 222 está conectada al alojamiento de husillo 204 a través del adaptador estructural 218 y el soporte estructural 220. El soporte estructural 220 puede estar unido al alojamiento de husillo 204 y al adaptador estructural 218. El adaptador estructural 218 se coloca entre la primera estructura 222 y el soporte estructural 220.

Tal y como se representa, la herramienta de pasador 206 incluye el soporte de pasador 216 y la herramienta de pasador 206. La herramienta de pasador 206 se extiende a través del alojamiento de husillo 204, la primera estructura 222, y la segunda estructura 238. Tal y como se representa, el aparato de soldadura por fricción 202 está en medio de una operación de unión. Antes del inicio de la operación de unión, el aparato de soldadura por fricción 202 se coloca al lado de, por ejemplo, un borde 1902 de la interfaz de junta 250 de las al menos dos partes 252. La herramienta de pasador 206 se gira y se traslada hacia la interfaz de junta 250. Una vez que la herramienta de pasador giratoria 206 comienza a plastificar la interfaz de junta 250, la segunda estructura 238 se mueve a lo largo del eje 208 hasta que la interfaz de junta 250 se sujeta entre la primera estructura 222 y la segunda estructura 238, y más específicamente, entre el primer saliente 210 y el segundo saliente 212. El movimiento de la segunda estructura 238 a lo largo del eje 208 se puede lograr moviendo la herramienta de pasador 206 usando el soporte de pasador 216.

A medida que la herramienta de pasador 206 gira, el aparato de soldadura por fricción 202 puede avanzar a lo largo de la interfaz de junta 250. Específicamente, el aparato de soldadura por fricción 202 puede moverse a lo largo de un eje 1906.

La Figura 20 es una ilustración de una vista en perspectiva en sección transversal detallada de un aparato de soldadura por fricción y al menos dos partes. Específicamente, la Figura 20 es una vista de un detalle 20-20 de la Figura 19.

En este ejemplo ilustrativo, se pueden ver varios cojinetes. Por ejemplo, el al menos un cojinete radial y de empuje 228 de la primera estructura 222 se representa en la Figura 20. El al menos un cojinete radial y de empuje 228 puede transmitir una carga desde la primera estructura 222 al adaptador estructural 218 y al alojamiento de husillo 204. La segunda estructura 238 tiene al menos un cojinete radial y de empuje 244. El al menos un cojinete radial y de empuje 244 puede permitir que la herramienta de pasador 206 y la tuerca de canilla 240 giren en relación con el segundo saliente 212 y la segunda camisa de enfriamiento 236. En otras palabras, la herramienta de pasador 206 puede girar alrededor del eje 208 sin girar el segundo saliente 212 y la segunda camisa de enfriamiento 236 alrededor del eje 208. Las al menos dos partes 252 pueden estar sujetas entre el primer saliente 210 y el segundo saliente 212.

La Figura 21 es una ilustración de una vista lateral en sección transversal detallada de un aparato de soldadura por fricción. Específicamente, la Figura 21 es una vista lateral en sección transversal del aparato de soldadura por fricción 202 de la Figura 20.

La Figura 22 es una ilustración de una vista frontal en sección transversal detallada de un aparato de soldadura por fricción. Específicamente, la Figura 22 es una vista frontal en sección transversal del aparato de soldadura por fricción 202 de la Figura 21.

Las Figuras 14-23 ilustran ejemplos del aparato de soldadura por fricción 202 en el que el primer saliente 210 y el segundo saliente 212 no pueden girar sustancialmente con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208 y, por lo tanto, quedan fuera del alcance de las reivindicaciones. Las ilustraciones del aparato de soldadura por fricción 202 en las Figuras 14-23 no pretenden implicar limitaciones físicas o arquitectónicas a la forma en que se puede implementar la soldadura por fricción. Pueden utilizarse otros componentes, además de o en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser innecesarios.

Por ejemplo, aunque al menos un cojinete radial y de empuje 228 se representa en las Figuras 14-23, al menos un cojinete radial y de empuje 228 puede no estar presente en algunos ejemplos ilustrativos. En estos ejemplos ilustrativos, alternativas a al menos un cojinete radial y de empuje 228 pueden estar presentes. Por ejemplo, la primera estructura 222 puede estar acoplada de forma no giratoria al alojamiento de husillo 204.

El primer saliente 210 puede estar acoplado en giro a la primera camisa de enfriamiento 224. La primera camisa de enfriamiento 224 puede no estar presente en el aparato de soldadura por fricción 202.

En realizaciones de la invención en las que uno del primer saliente 210 y el segundo saliente 212 es sustancialmente giratorio con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208, tal como en las Figuras 8 y 9, se pueden usar algunos componentes descritos anteriormente y otros componentes pueden ser innecesarios. Por ejemplo, en disposiciones en las que el primer saliente 210 puede girar sustancialmente con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208, como en la Figura 9, el dispositivo antigiratorio 232 puede no estar presente. Además, en estas disposiciones, el primer saliente 210 puede estar acoplado en giro al alojamiento de husillo 204. El primer saliente 210 puede rotarse mediante un accionamiento provisto para rotar el primer saliente 210 con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje. El primer saliente 210 puede estar acoplado y hacerse girar por la herramienta de pasador 206 con relación al alojamiento de husillo 204.

En realizaciones de la invención en las que el segundo saliente 212 puede girar con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208, como en la Figura 8, el segundo saliente 212 puede estar fijado a la herramienta de pasador 206. En estas realizaciones, el segundo saliente 212 puede girar mediante la herramienta de pasador 206 con respecto al alojamiento de husillo 204. En otras realizaciones ilustrativas, el segundo saliente 212 puede girar mediante un accionamiento provisto para hacer girar el segundo saliente 212 con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208.

Refiriéndose principalmente a la Figura 24, se ilustra un método para unir las al menos dos partes 252 fuera del alcance de las reivindicaciones. El método incluye formar material plastificado en la interfaz de junta 250 de las al menos dos partes 252 haciendo girar la herramienta de pasador 206 del aparato de soldadura por fricción 202 con respecto al alojamiento de husillo 204 del aparato de soldadura por fricción 202 alrededor del eje 208 concéntrico con la herramienta de pasador 206 (operación 2402); y confinar el material plastificado entre el primer saliente 210 y el segundo saliente 212 del aparato de soldadura por fricción 202. El primer saliente 210 y el segundo saliente 212 son opuestos entre sí a lo largo del eje y no pueden girar sustancialmente con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje (operación 2404). El primer saliente 210 y el segundo saliente 212 pueden confinar el material plastificado basándose en la distancia entre el primer saliente 210 y el segundo saliente 212. El primer saliente 210 y el segundo saliente 212 pueden limitar adicionalmente el material plastificado basándose en una forma de al menos uno del primer saliente 210 y el segundo saliente 212.

La una o más divulgaciones y la una o más Figuras de dibujo que describen las operaciones de los métodos establecidos en el presente documento no deben interpretarse como determinantes necesariamente de una secuencia en la que se realizarán las operaciones. En su lugar, aunque se indica un orden ilustrativo, debe entenderse que la secuencia de las operaciones puede modificarse cuando sea apropiado. De forma adicional, no todas las operaciones descritas en el presente documento deben realizarse.

El método 2400 incluye también hacer avanzar el primer saliente 210 y el segundo saliente 212 a lo largo de la interfaz de junta 250 mientras se hace girar la herramienta de pasador 206 (operación 2406). Al hacer avanzar el primer saliente 210 y el segundo saliente 212 a lo largo de la interfaz de junta 250 mientras se hace girar la herramienta de pasador 206, puede formarse una junta a lo largo de la longitud de la interfaz de junta 250. Al girar la herramienta de pasador 206 a medida que la herramienta de pasador 206 avanza a lo largo de la interfaz de junta 250, el material de las al menos dos partes 252 a lo largo de la longitud de la interfaz de junta puede plastificarse para formar la junta.

El eje 208 es un primer eje y la interfaz de junta 250 está dispuesta a lo largo de un segundo eje (por ejemplo, eje 1906, ilustrado en las Figuras 19 y 20) sustancialmente perpendicular al primer eje.

El método 2400 incluye también orientar angularmente las al menos dos partes 252 entre sí (operación 2408). Las al menos dos partes 252 pueden colocarse a aproximadamente 180 grados entre sí. Al menos uno del ángulo 264 y el ángulo 265 formado orientando angularmente las al menos dos partes 252 puede ser inferior a 180 grados. Al menos uno del ángulo 264 y el ángulo 265 formado orientando angularmente las al menos dos partes 252 puede ser mayor que 180 grados.

Las al menos dos partes incluyen una primera superficie de interfaz de junta 258 en un lado de la interfaz de junta 250 y una segunda superficie de interfaz de junta 260 en un lado opuesto de la interfaz de junta 250. La primera superficie de interfaz de junta 258 tiene una forma diferente de la de la segunda superficie de interfaz de junta 260, tal y como se muestra, por ejemplo, en las Figuras 6, 8 y 9.

El método 2400 incluye formar también el contorno de filete 251 (por ejemplo, en la Figura 23) en la interfaz de junta 250 a lo largo de al menos una de la primera superficie de interfaz de junta 258 y la segunda superficie de interfaz de junta 260 (operación 2410). El contorno del filete 251 puede ser el radio del filete 253. El radio de filete 253 puede ser sustancialmente cero. Un radio de filete de este tipo puede estar asociado con una tercera porción de contacto 268 y/o una cuarta porción de contacto 270 que forma un borde, tal y como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 4.

El primer saliente 210 incluye la primera porción de contacto 254 complementaria a la primera superficie de interfaz

de junta 258, el segundo saliente 212 incluye la segunda porción de contacto 256 orientada hacia la primera porción de contacto 254 complementaria a la segunda superficie de interfaz de junta 260 y orientada hacia la primera porción de contacto 254, el primer saliente 210 incluye la tercera porción de contacto 268, y el segundo saliente 212 incluye la cuarta porción de contacto 270 frente a la tercera porción de contacto 268. El método 2400 incluye también hacer avanzar el aparato de soldadura por fricción 202 a lo largo de la interfaz de junta 250 mientras se hace girar la herramienta de pasador 206, en el que al menos una de la tercera porción de contacto 268 y la cuarta porción de contacto 270 forman el contorno de filete 251 en la interfaz de junta 250 a lo largo de al menos una de la primera superficie de interfaz de junta 258 y la segunda superficie de interfaz de junta 260.

El método 2400 incluye también enfriar al menos uno del primer saliente 210 y el segundo saliente 212 usando al menos una camisa de enfriamiento (224 o 236) que no puede girar sustancialmente con respecto al alojamiento de husillo 204 (operación 2412).

Refiriéndose principalmente a la Figura 25, se ilustra un método para unir al menos dos partes de acuerdo con la presente invención. El método incluye formar material plastificado en la interfaz de junta 250 de las al menos dos partes 252 haciendo girar la herramienta de pasador 206 del aparato de soldadura por fricción 202 con respecto al alojamiento de husillo 204 del aparato de soldadura por fricción 202 alrededor del eje 208 concéntrico con la herramienta de pasador 206 (operación 2502); y confinar el material plastificado entre el primer saliente 210 y el segundo saliente 212 del aparato de soldadura por fricción 202. Uno del primer saliente 210 y el segundo saliente 212 puede girar con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208. Otro del primer saliente 210 y el segundo saliente 212 no puede girar sustancialmente con respecto al alojamiento de husillo 204 alrededor del eje 208 (operación 2504).

El método 2500 incluye también hacer avanzar el primer saliente 210 y el segundo saliente 212 a lo largo de la interfaz de junta 250 mientras se hace girar la herramienta de pasador 206 (operación 2506). Al hacer avanzar el primer saliente 210 y el segundo saliente 212 a lo largo de la interfaz de junta 250 mientras se hace girar la herramienta de pasador 206, puede formarse una junta a lo largo de la longitud de la interfaz de junta 250. Al girar la herramienta de pasador 206 a medida que la herramienta de pasador 206 avanza a lo largo de la interfaz de junta 250, el material de las al menos dos partes 252 a lo largo de la longitud de la interfaz de junta puede plastificarse para formar la junta.

El método 2500 incluye también orientar angularmente las al menos dos partes entre sí (operación 2508). En algunas realizaciones, las al menos dos partes 252 pueden colocarse a aproximadamente 180 grados entre sí.

Las al menos dos partes incluyen la primera superficie de interfaz de junta 258 en un lado de la interfaz de junta 250 y la segunda superficie de interfaz de junta 260 en un lado opuesto de la interfaz de junta 250. La primera superficie de interfaz de junta 258 tiene una forma diferente de la de la segunda superficie de interfaz de junta 260. La forma de la primera superficie de interfaz de junta resultante 258 y la segunda superficie de interfaz de junta resultante 260 puede ser diferente. En realizaciones, tales como aquellas ilustradas, por ejemplo, en las Figuras 8 y 9, la forma de la primera superficie de interfaz de junta 258 puede ser diferente de la forma de la segunda superficie de interfaz de junta 260 incluso si las al menos dos partes no están en ángulo entre sí.

El método 2500 puede incluir también formar el contorno de filete 251 en la interfaz de junta 250 a lo largo de al menos una de la primera superficie de interfaz de junta 258 y la segunda superficie de interfaz de junta 260.

El contorno del filete 251 puede ser el radio del filete 253. El radio de filete 253 puede ser sustancialmente cero.

El primer saliente 210 puede incluir la primera porción de contacto 254 complementaria a la primera superficie de interfaz de junta 258, el segundo saliente 212 incluye la segunda porción de contacto 256 orientada hacia la primera porción de contacto 254 complementaria a la segunda superficie de interfaz de junta 260 y orientada hacia la primera porción de contacto 254, el primer saliente 210 incluye la tercera porción de contacto 268, y el segundo saliente 212 incluye la cuarta porción de contacto 270 frente a la tercera porción de contacto 268. El método 2500 puede incluir también hacer avanzar el aparato de soldadura por fricción 202 a lo largo de la interfaz de junta 250 mientras se hace girar la herramienta de pasador 206, en el que al menos una de la tercera porción de contacto 268 y la cuarta porción de contacto 270 forman el contorno de filete 251 en la interfaz de junta 250 a lo largo de al menos una de la primera superficie de interfaz de junta 258 y la segunda superficie de interfaz de junta 260.

El método 2500 puede incluir también enfriar al menos uno del primer saliente 210 y el segundo saliente 212 usando al menos una camisa de enfriamiento (224 o 236) que no puede girar sustancialmente con respecto al alojamiento de husillo 204.

Un método de fabricación y servicio de aeronaves 2600 se muestra en la Figura 26 y una aeronave 2700 se muestra en la Figura 27. Durante la pre-producción, el método de fabricación y servicio 2600 puede incluir la especificación y el diseño 2602 de la aeronave 2700 y la adquisición de material 2604. Durante la producción, se llevan a cabo la

fabricación de componentes y subconjuntos 2606 y la integración de sistemas 2608 de la aeronave 2700. Posteriormente, la aeronave 2700 puede pasar el proceso de certificación y entrega 2610 para entrar en servicio 2612. Mientras un cliente la tiene en servicio, la aeronave 2700 se somete a un programa de mantenimiento y servicio 2614 rutinarios (que también puede comprender modificaciones, reconfiguraciones, reabastecimientos y demás).

Cada uno de los procesos del método de fabricación y de servicio 2600 se puede realizar o efectuar por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operario (por ejemplo, un cliente). Para los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitaciones, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas del sistema principal; un tercero puede incluir, sin limitaciones, cualquier número de distribuidores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser una aerolínea, una empresa de alquiler, una institución militar, una empresa de servicios y demás.

Como se muestra en la Figura 27, la aeronave 2700 producida por el método de fabricación y servicio 2600 puede incluir un fuselaje 2702 con al menos dos sistemas de alto nivel 2704 y un interior 2706. Ejemplos de los sistemas de alto nivel 2704 incluyen uno o más de entre un sistema de propulsión 2708, un sistema eléctrico 2710, un sistema hidráulico 2712 y un sistema de control ambiental 2714. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la invención pueden aplicarse a otras industrias, tal como la industria del automóvil.

El aparato y los métodos incorporados en el presente documento pueden emplearse durante una cualquiera o más de las etapas del método de producción y servicio 2600. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes a la fabricación de componentes y subconjuntos 2606 pueden estar fabricados o manufacturados de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 2700 está en servicio. Así mismo, el aparato, los métodos, o combinaciones de los mismos descritos en el presente documento, pueden utilizarse durante la fabricación de componentes y subconjuntos 2606 y la integración de sistemas 2608, por ejemplo, agilizando sustancialmente el montaje o reduciendo el coste de una aeronave 2700. De forma similar, el aparato, métodos, o combinaciones de los mismos, descritos aquí pueden utilizarse, por ejemplo y sin limitación, mientras la aeronave 2700 está en servicio, por ejemplo, mantenimiento y servicio 2614.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de soldadura por fricción (202) que comprende:

un alojamiento de husillo (204);
una herramienta de pasador (206) concéntrica con un eje (208) y giratoria con respecto al alojamiento de husillo (204) alrededor del eje (208);
un primer saliente (210) no giratorio con respecto al alojamiento de husillo (204) alrededor del eje (208); y
un segundo saliente (212) giratorio con respecto al alojamiento de husillo (204) alrededor del eje (208);
en el que el primer saliente (210) incluye una primera porción de contacto (254), el segundo saliente (212) incluye una segunda porción de contacto (256) orientada hacia la primera porción de contacto (254), y la segunda porción de contacto (256) es plana; y
caracterizado por que al menos una parte de la primera porción de contacto (254) no es plana.

2. El aparato (202) de la reivindicación 1, en el que la herramienta de pasador (206) se puede mover con respecto al primer saliente (210) a lo largo del eje (208) y está fijada con respecto al segundo saliente (212) a lo largo del eje (208).

3. El aparato (202) de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que comprende adicionalmente:

una primera camisa de enfriamiento (224) acoplada térmicamente al primer saliente (210); y
una segunda camisa de enfriamiento (236) acoplada térmicamente al segundo saliente (212).

4. El aparato (202) de la reivindicación 3, en el que la primera camisa de enfriamiento (224) no puede girar con respecto al alojamiento de husillo (204) alrededor del eje (208).

5. El aparato (202) de la reivindicación 1, en el que la primera porción de contacto (254) tiene una forma diferente de la de la segunda porción de contacto (256).

6. Un método para unir al menos dos partes, comprendiendo el método:

formar (2402) material plastificado en una interfaz de junta (250) de las al menos dos partes haciendo girar una herramienta de pasador (206) de un aparato de soldadura por fricción (202) en relación con un alojamiento del husillo (204) del aparato de soldadura por fricción (202) alrededor de un eje (208) concéntrico con la herramienta de pasador (206);
confinar el material plastificado entre un primer saliente (210) y un segundo saliente (212) del aparato de soldadura por fricción (202), en el que el primer saliente (210) no puede girar con respecto al alojamiento de husillo (204) alrededor del eje (208), el segundo saliente (212) puede girar con respecto al alojamiento de husillo (204) alrededor del eje (208), el primer saliente (210) está opuesto al segundo saliente (212) a lo largo del eje (208), el primer saliente (210) incluye una primera porción de contacto (254), el segundo saliente (212) incluye una segunda porción de contacto (256) orientada hacia la primera porción de contacto (254), y la segunda porción de contacto (256) es plana; y
hacer avanzar (2406) el primer saliente (210) y el segundo saliente (212) a lo largo de la interfaz de junta (250) mientras se hace girar la herramienta de pasador (206); y **caracterizado por** que al menos una parte de la primera porción de contacto (254) no es plana.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además orientar angularmente (2408) las al menos dos partes una respecto a la otra.

8. El método de la reivindicación 6 o 7, en el que la interfaz de junta (250) incluye una primera superficie de interfaz de junta (258) en un lado de la interfaz de junta (250) y una segunda superficie de interfaz de junta (260) en un lado opuesto de la interfaz de junta (250).

9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además formar (2410) un contorno de filete (251) en la interfaz de junta (250) a lo largo de al menos una de la primera superficie de interfaz de junta (258) y la segunda superficie de interfaz de junta (260).

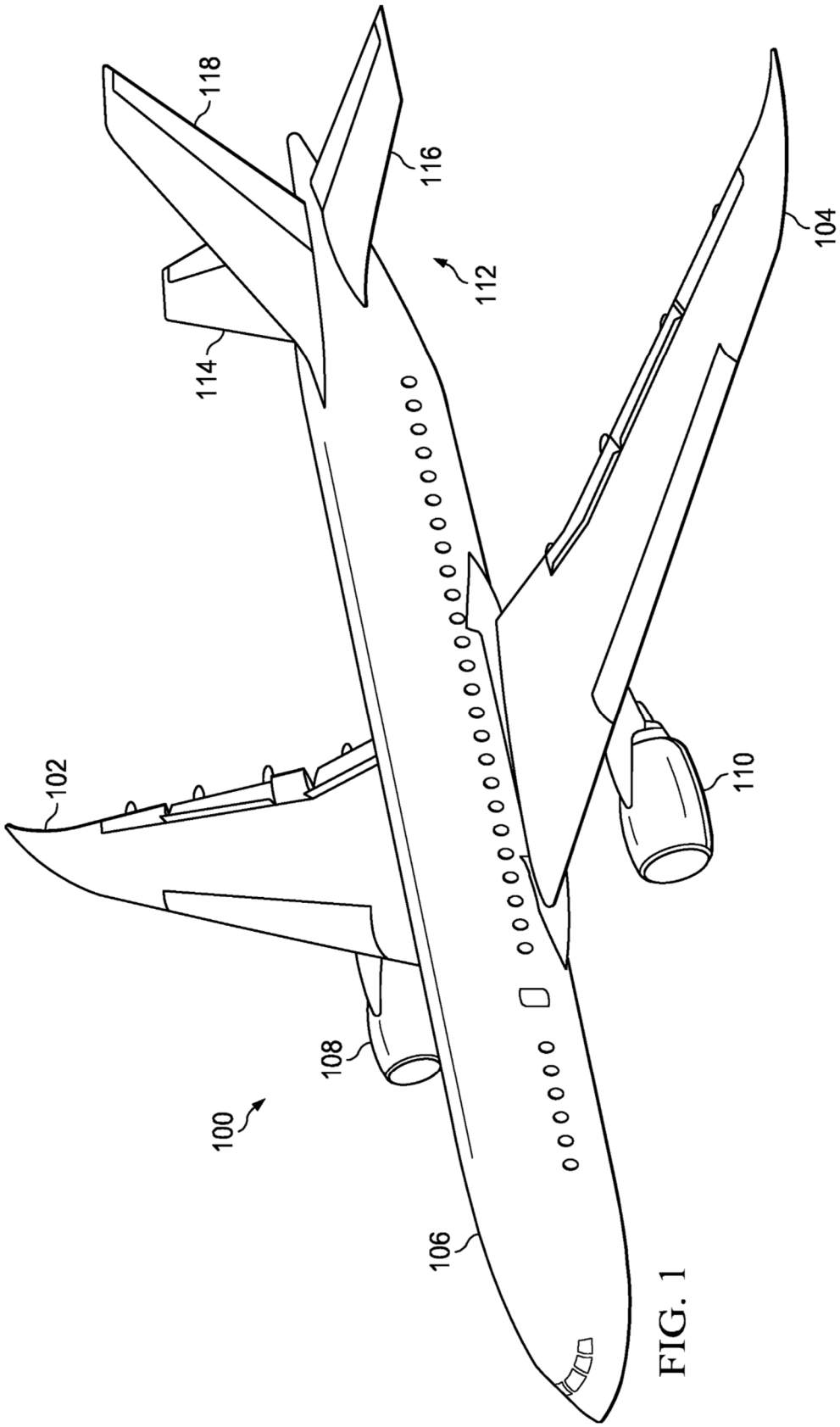
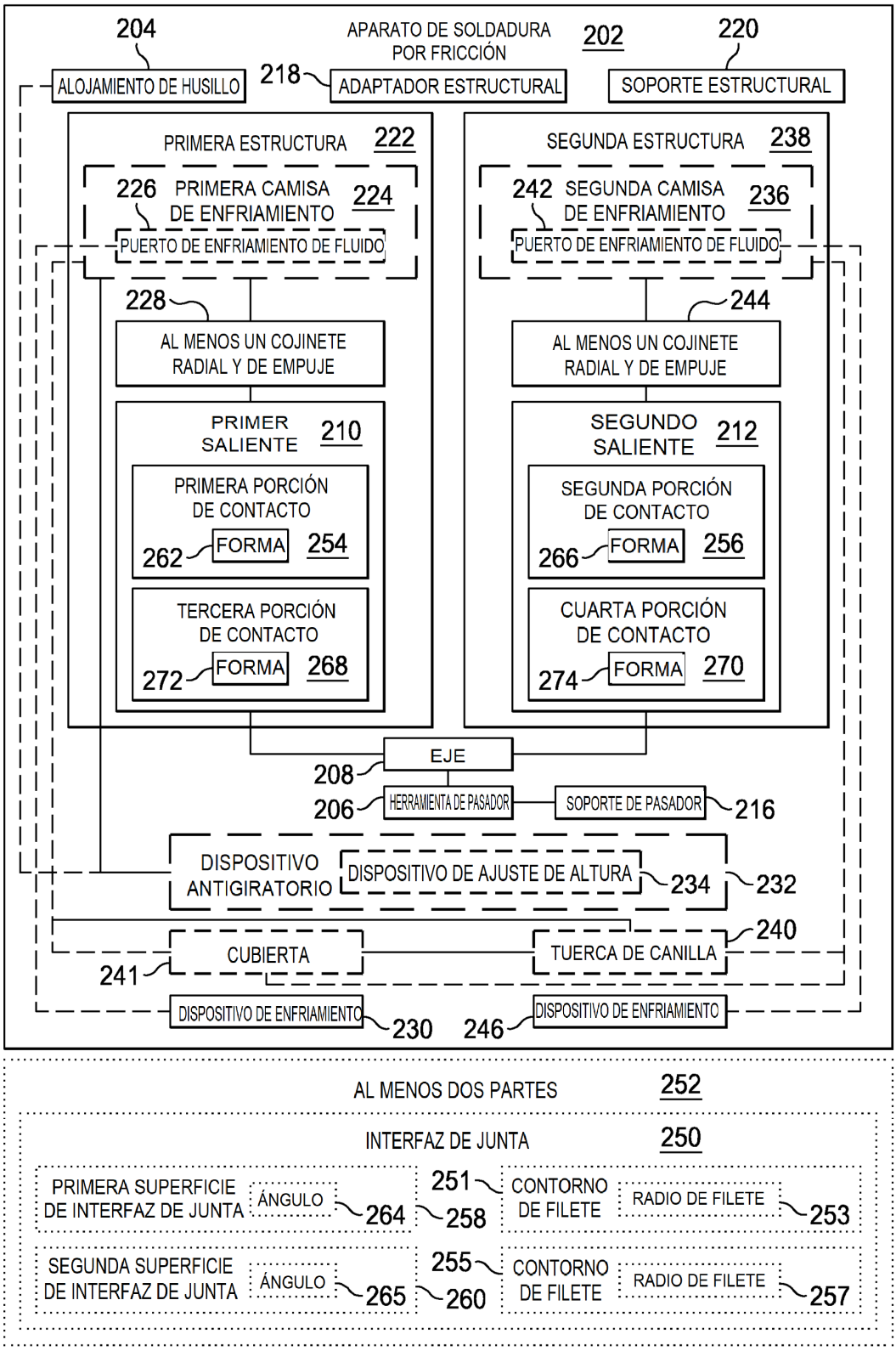


FIG. 1

FIG. 2


APARATO DE SOLDADURA POR FRICCIÓN
202
204
ALOJAMIENTO DE HUSILLO
218
ADAPTADOR ESTRUCTURAL
220
SOPORTE ESTRUCTURAL
PRIMERA ESTRUCTURA
222
SEGUNDA ESTRUCTURA
238
226
PRIMERA CAMISA DE ENFRIAMIENTO
224
242
SEGUNDA CAMISA DE ENFRIAMIENTO
236
PUERTO DE ENFRIAMIENTO DE FLUIDO
PUERTO DE ENFRIAMIENTO DE FLUIDO
228
244
AL MENOS UN COJINETE RADIAL Y DE EMPUJE
AL MENOS UN COJINETE RADIAL Y DE EMPUJE
PRIMER SALIENTE
210
SEGUNDO SALIENTE
212
PRIMERA PORCIÓN DE CONTACTO
262
FORMA
254
SEGUNDA PORCIÓN DE CONTACTO
266
FORMA
256
TERCERA PORCIÓN DE CONTACTO
272
FORMA
268
CUARTA PORCIÓN DE CONTACTO
274
FORMA
270
EJE
208
206
HERRAMIENTA DE PASADOR
SOPORTE DE PASADOR
216
DISPOSITIVO ANTIGIRATORIO
DISPOSITIVO DE AJUSTE DE ALTURA
234
232
240
CUBIERTA
TUERCA DE CANILLA
241
DISPOSITIVO DE ENFRIAMIENTO
230
246
DISPOSITIVO DE ENFRIAMIENTO
AL MENOS DOS PARTES
252
INTERFAZ DE JUNTA
250
PRIMERA SUPERFICIE DE INTERFAZ DE JUNTA
ÁNGULO
264
251
258
CONTORNO DE FILETE
RADIO DE FILETE
253
SEGUNDA SUPERFICIE DE INTERFAZ DE JUNTA
ÁNGULO
265
255
260
CONTORNO DE FILETE
RADIO DE FILETE
257

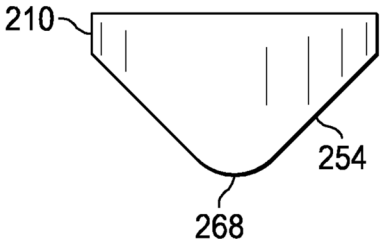


FIG. 3

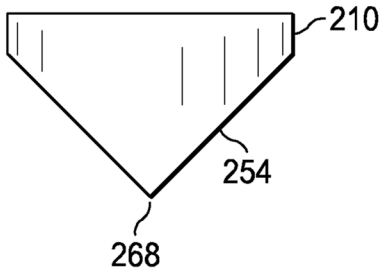


FIG. 4

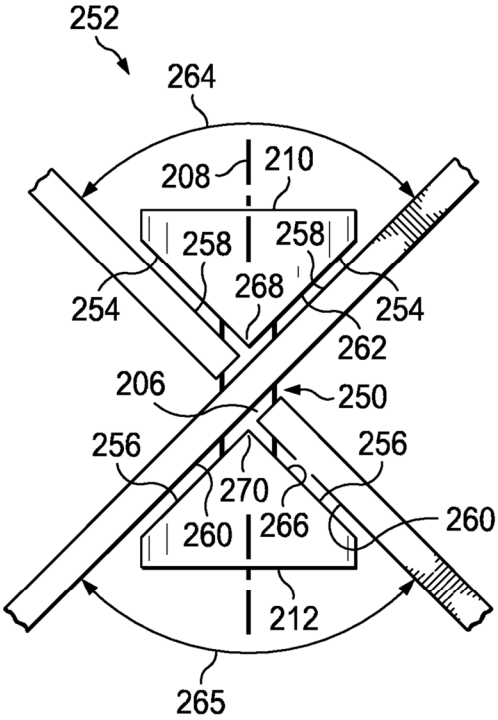


FIG. 5

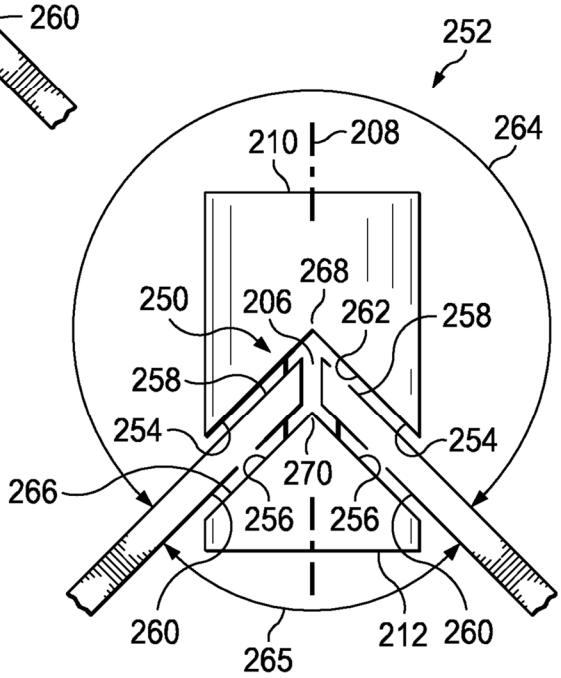


FIG. 6

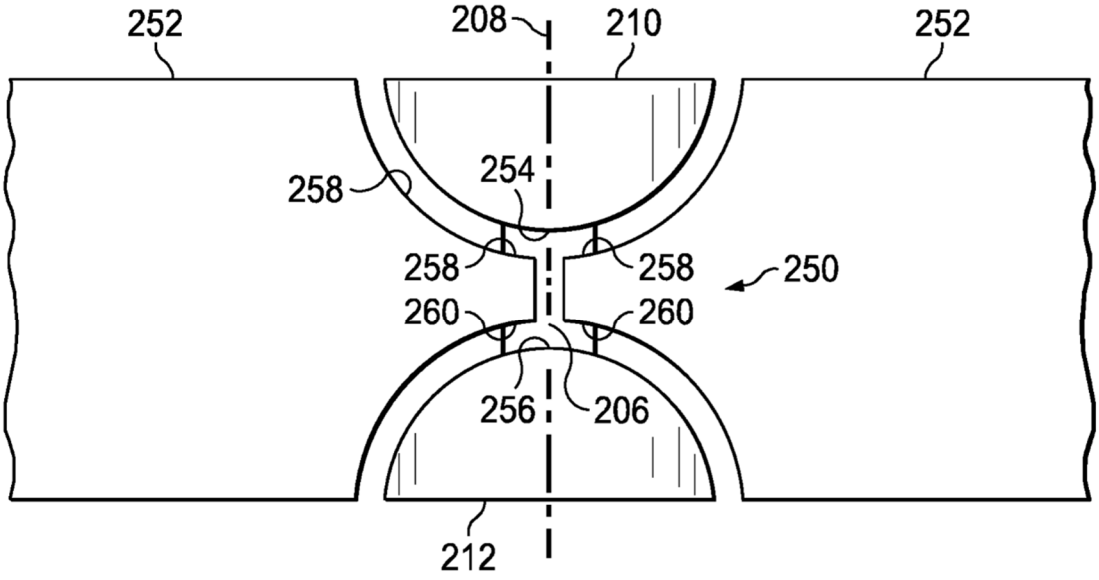

252
208
210
252
258
254
258
258
250
260
260
256
206
212

FIG. 7

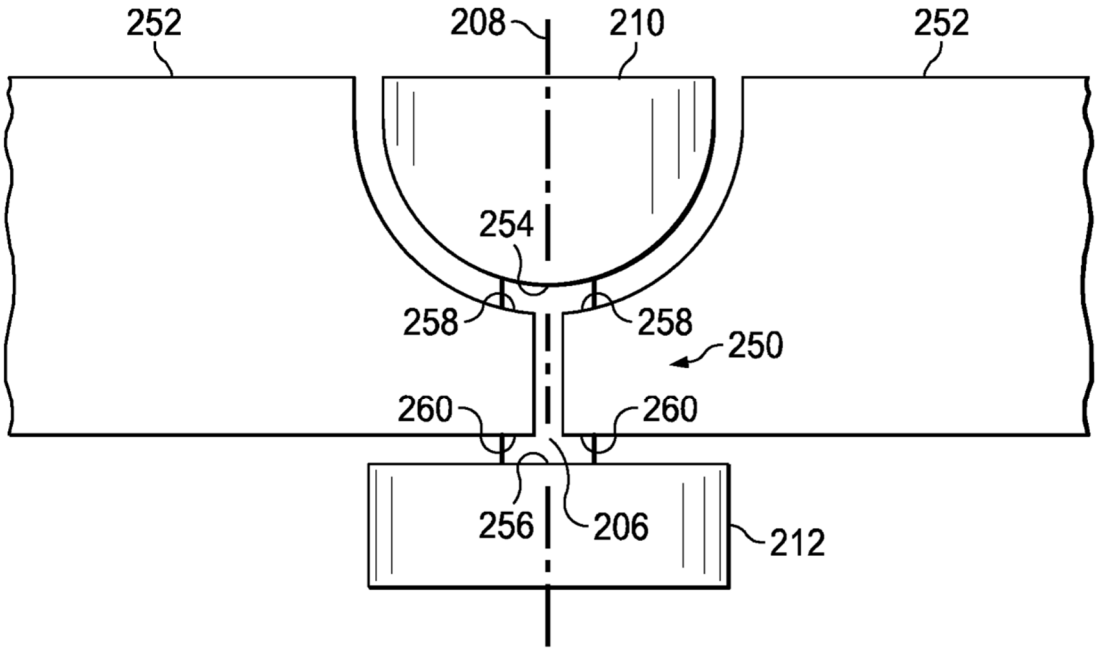

252
208
210
252
254
258
258
250
260
260
256
206
212

FIG. 8

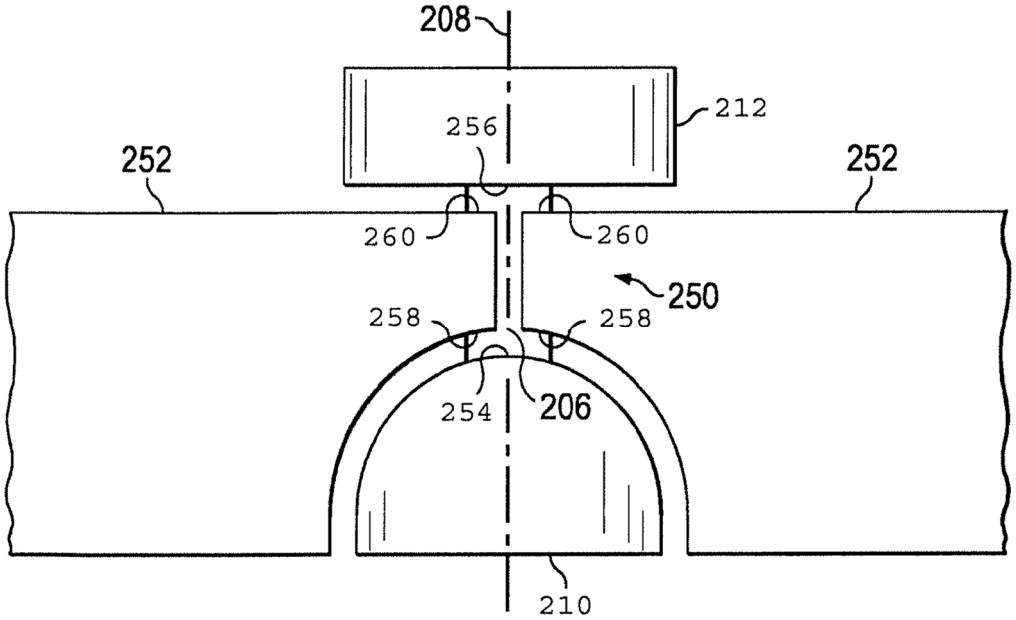

208
212
256
252
252
260
260
250
258
258
254
206
210

FIG. 9

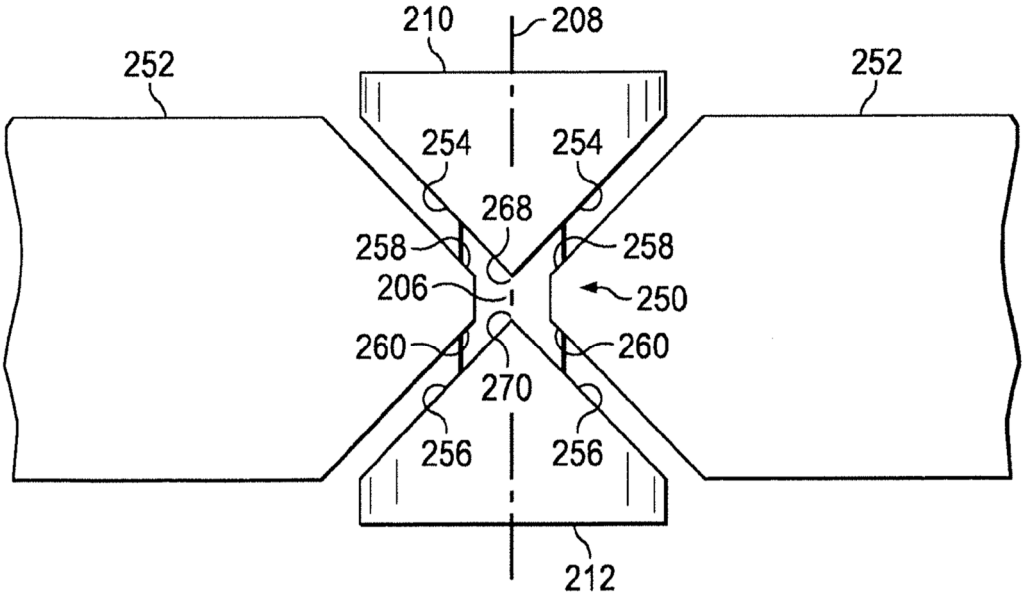

210
208
252
252
254
254
268
258
258
206
250
260
260
270
256
256
212

FIG. 10

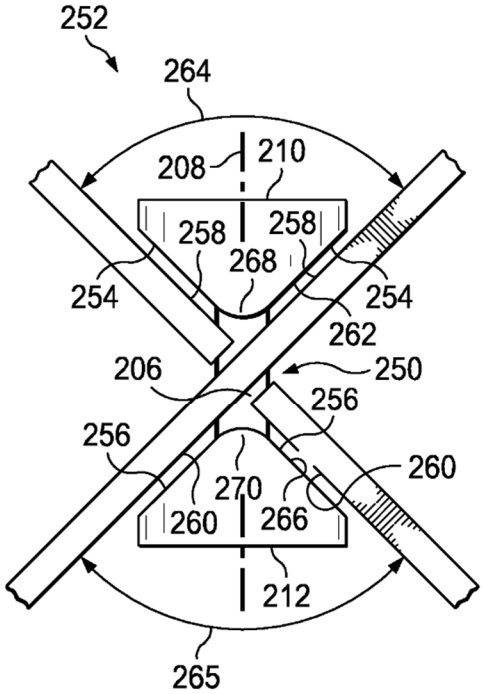


FIG. 11

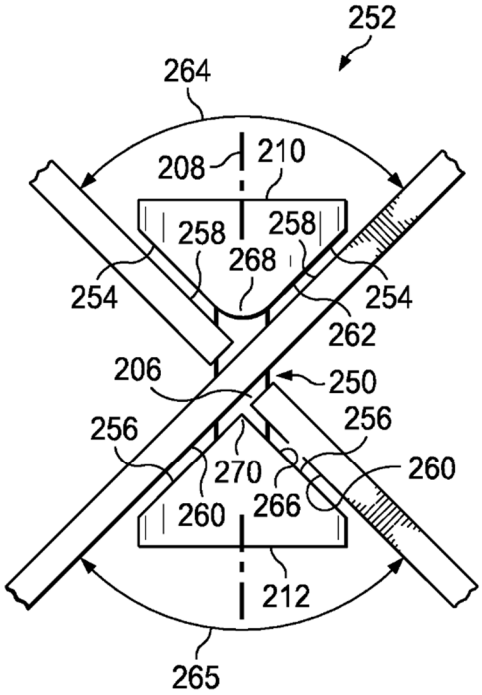


FIG. 12

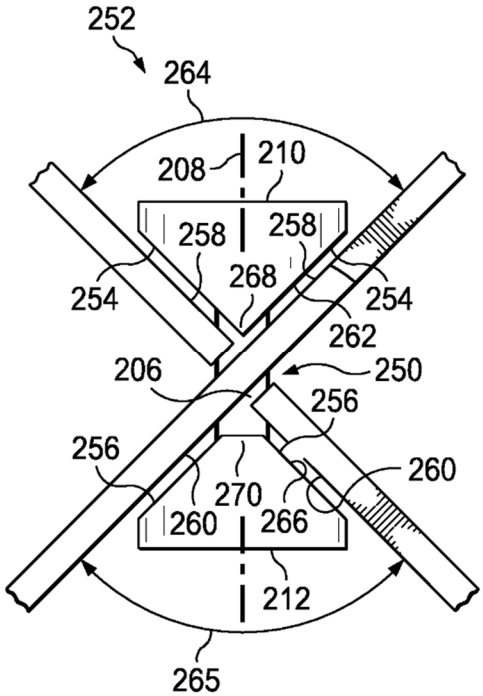


FIG. 13

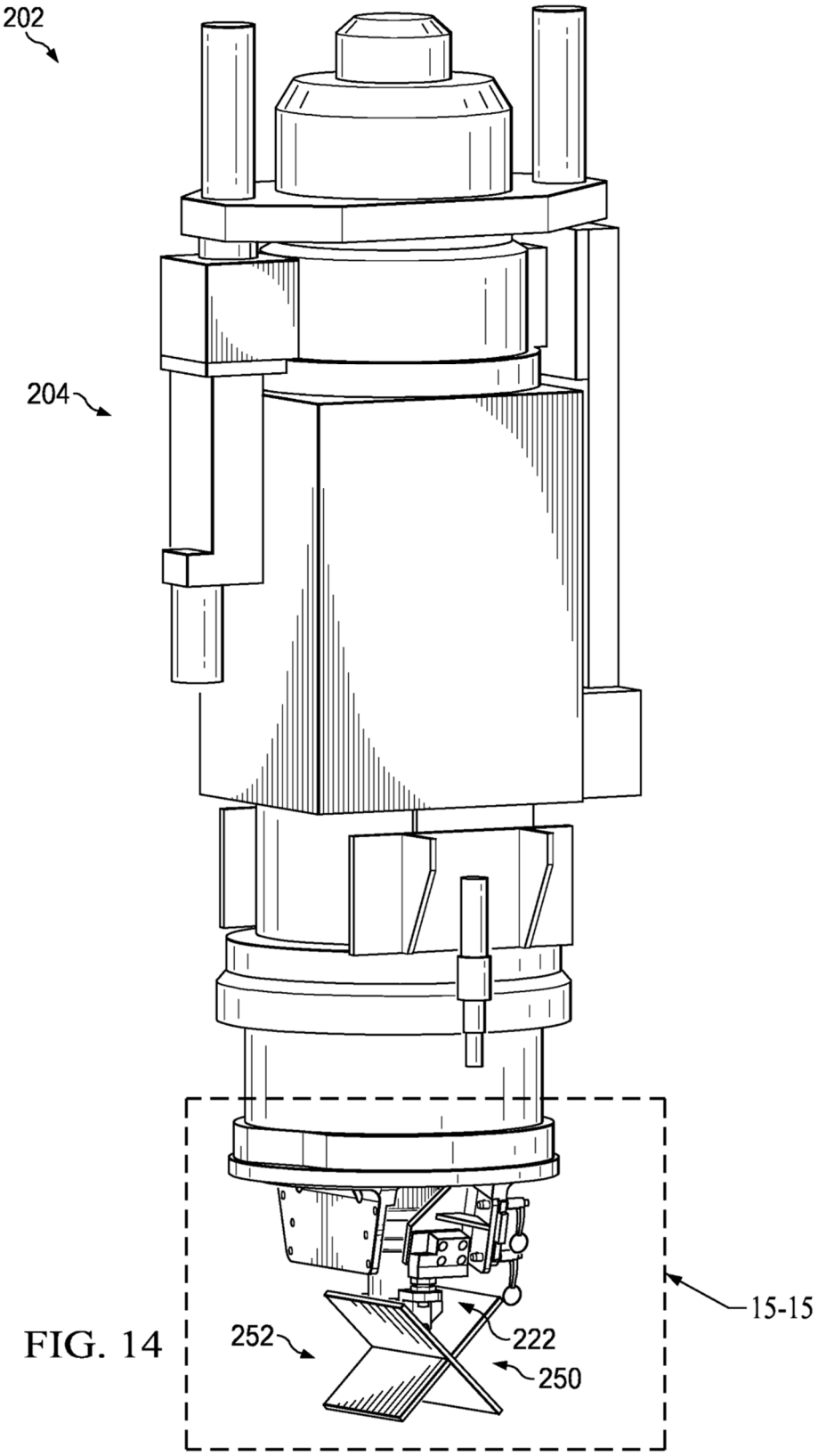


FIG. 14

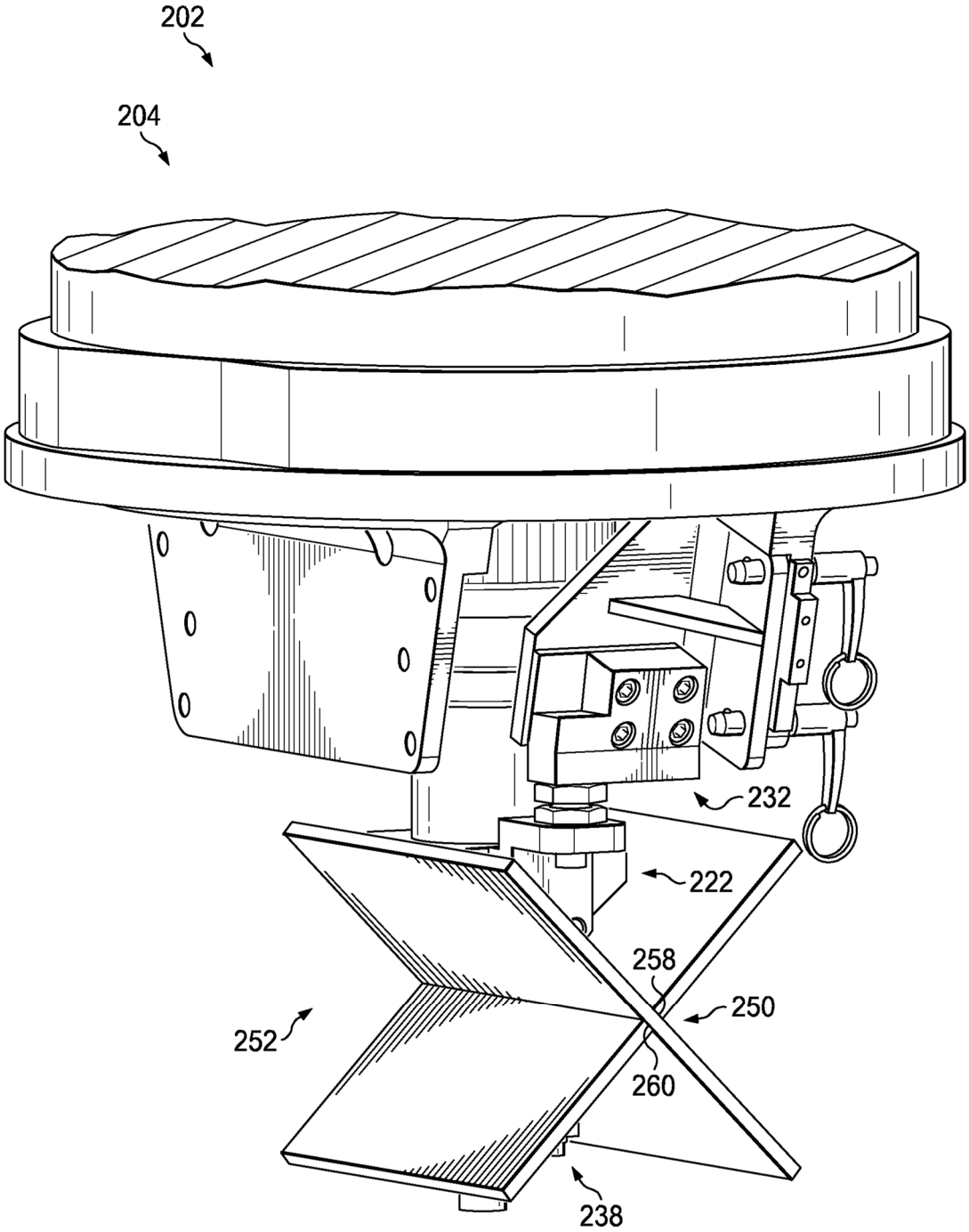


FIG. 15

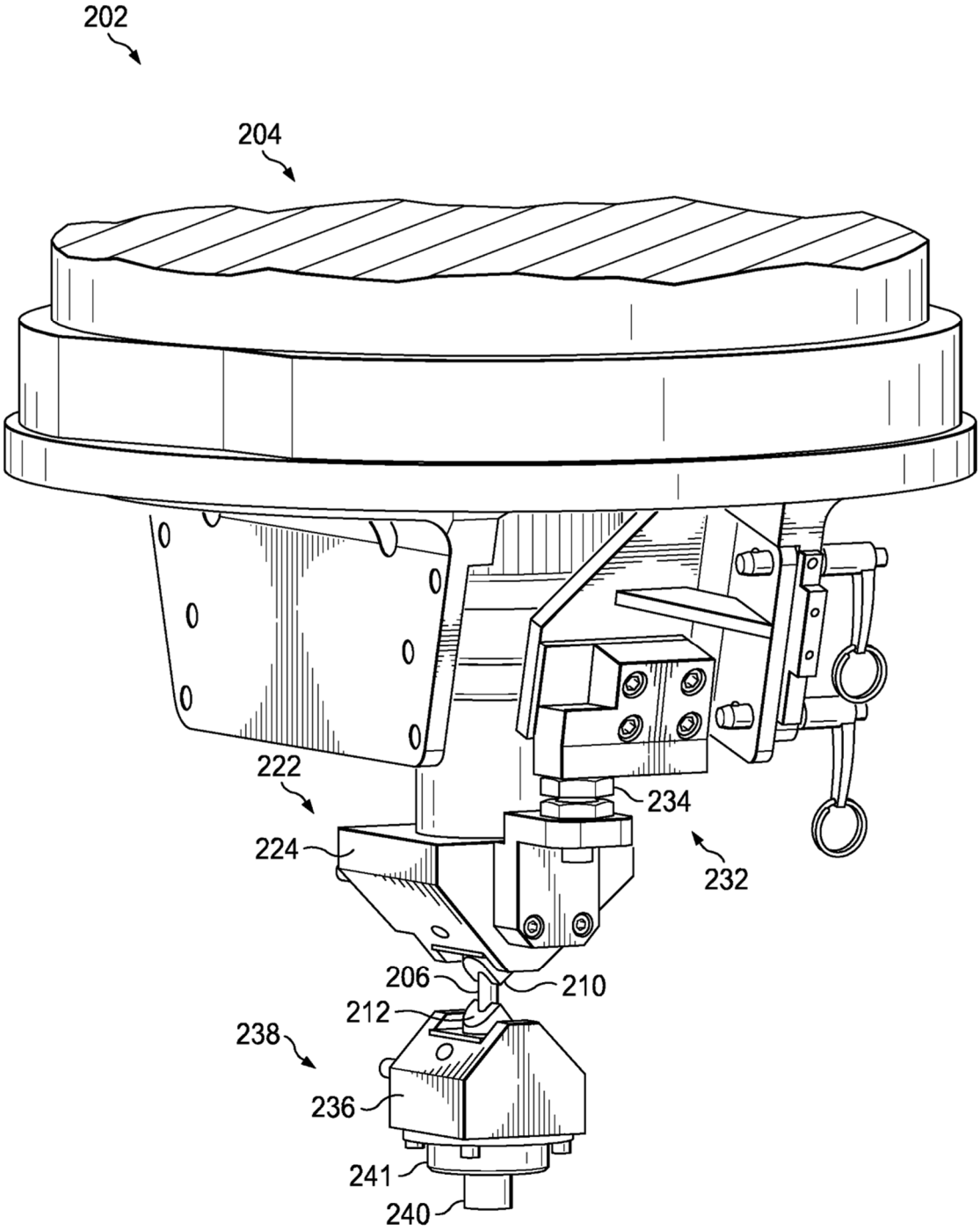


FIG. 16

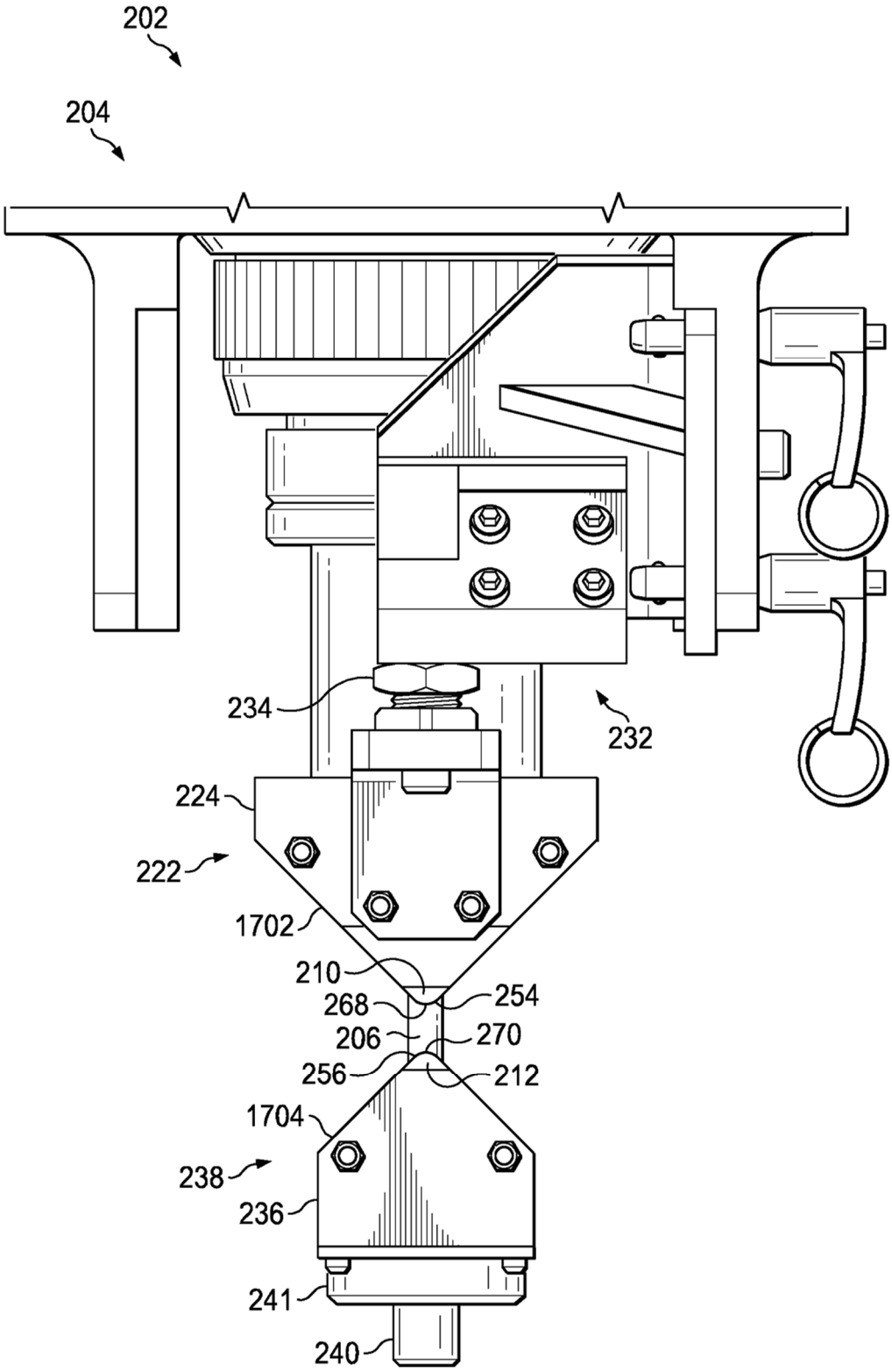

202
204
234
232
224
222
1702
210
268
254
206
270
256
212
1704
238
236
241
240

FIG. 17

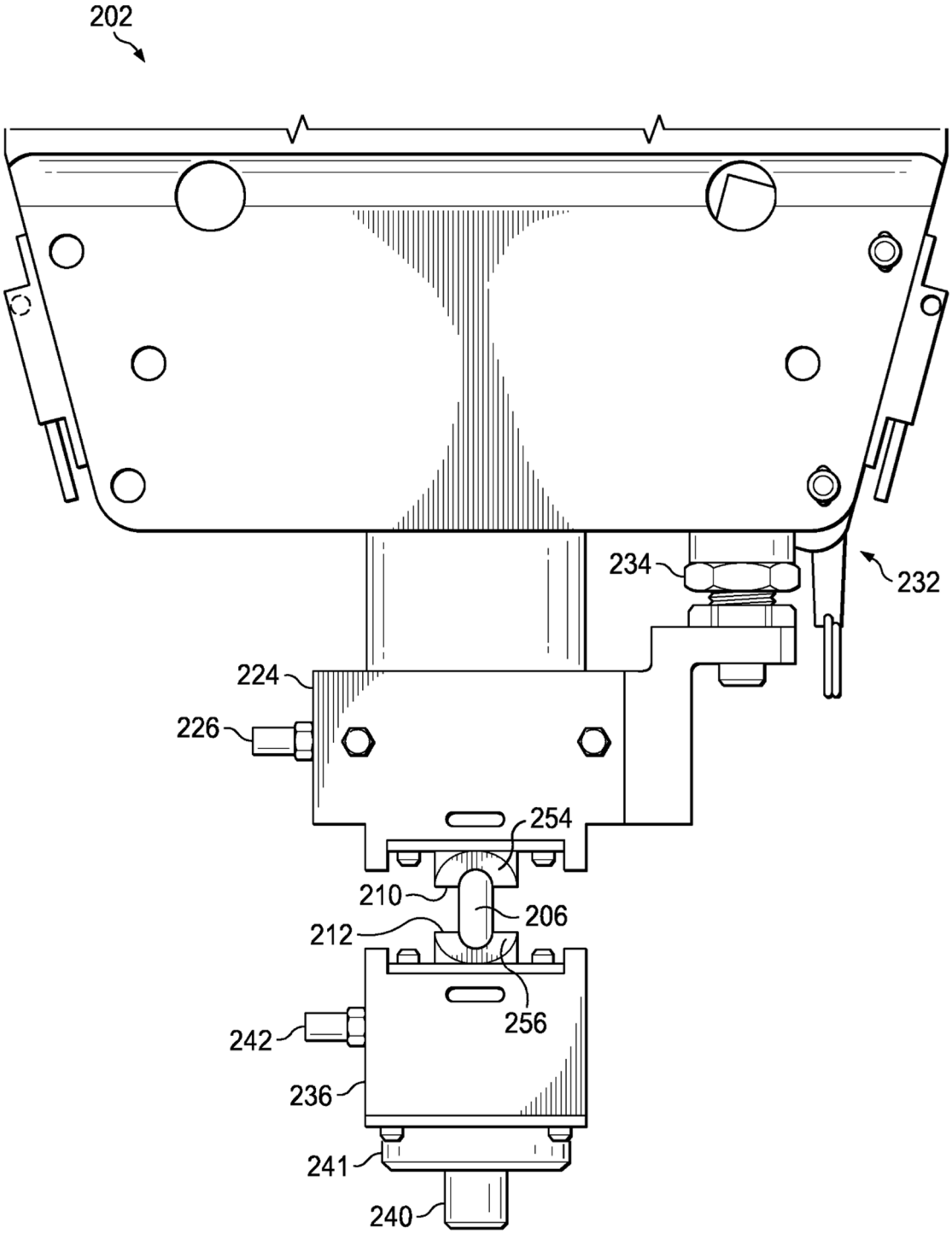


FIG. 18

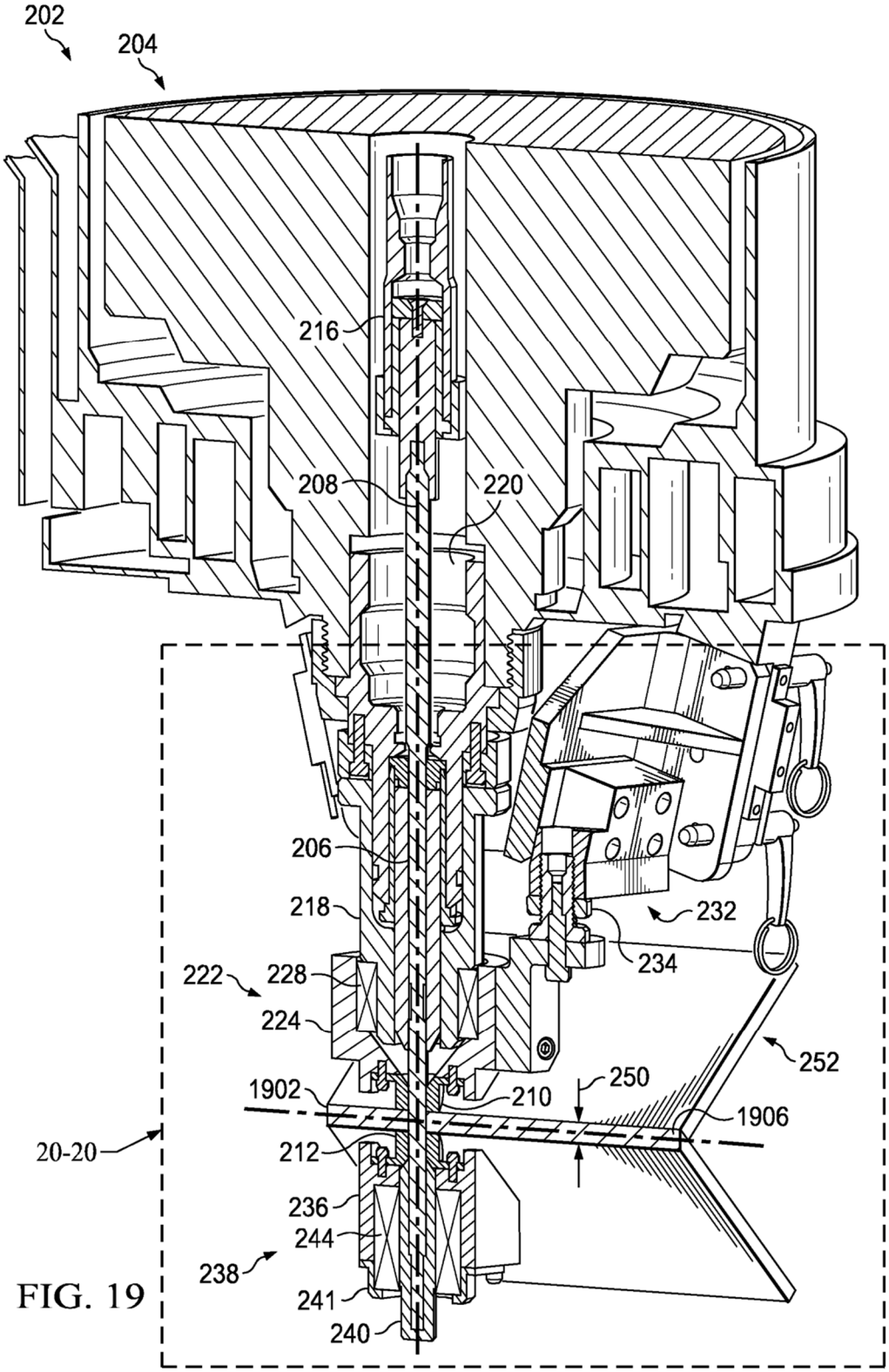

202
204
216
208
220
206
218
232
234
222
228
224
252
250
1902
210
1906
20-20
212
236
244
238
241
240

FIG. 19

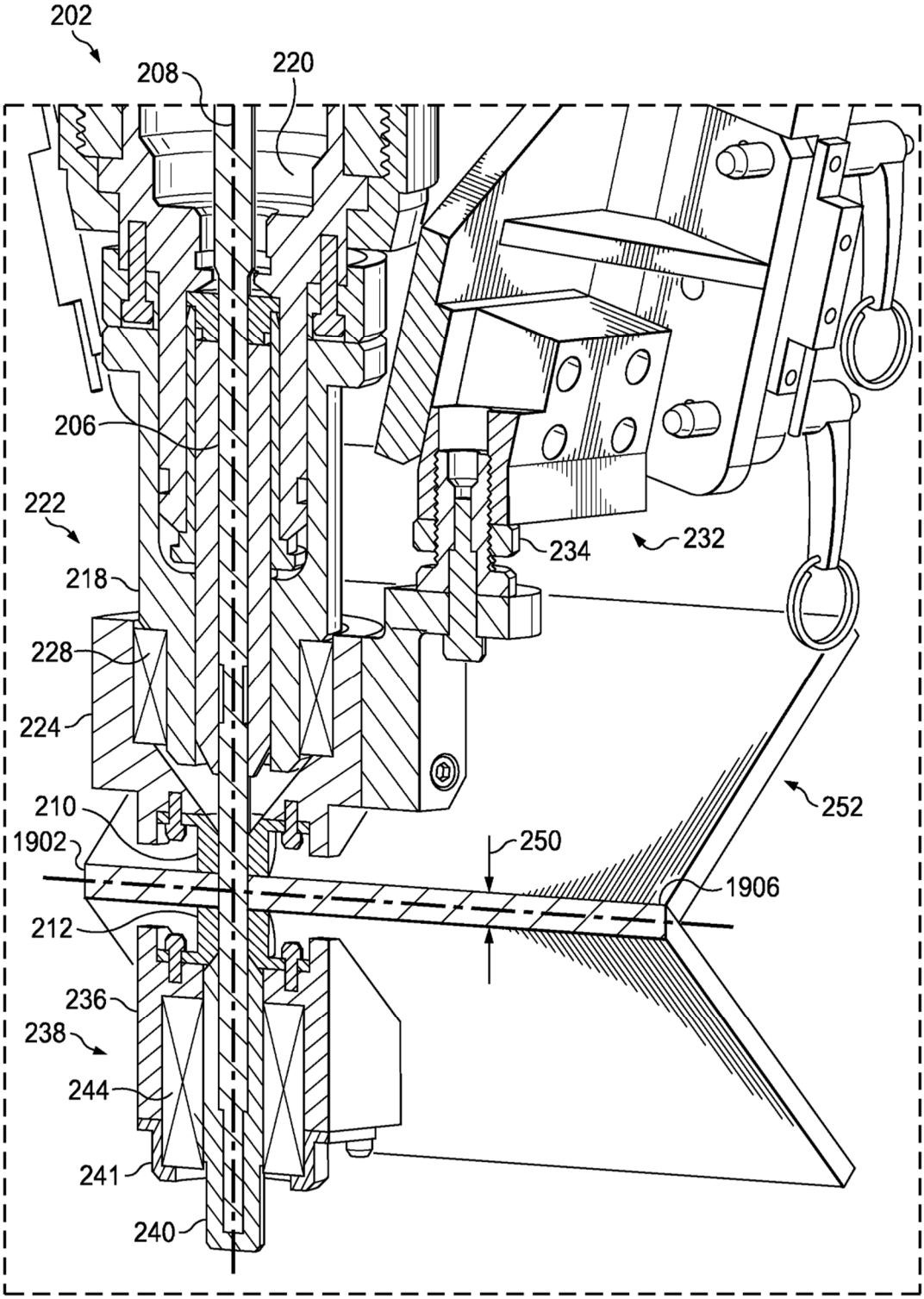

202
208
220
206
222
218
228
224
210
1902
212
236
238
244
241
240
234
232
250
252
1906

FIG. 20

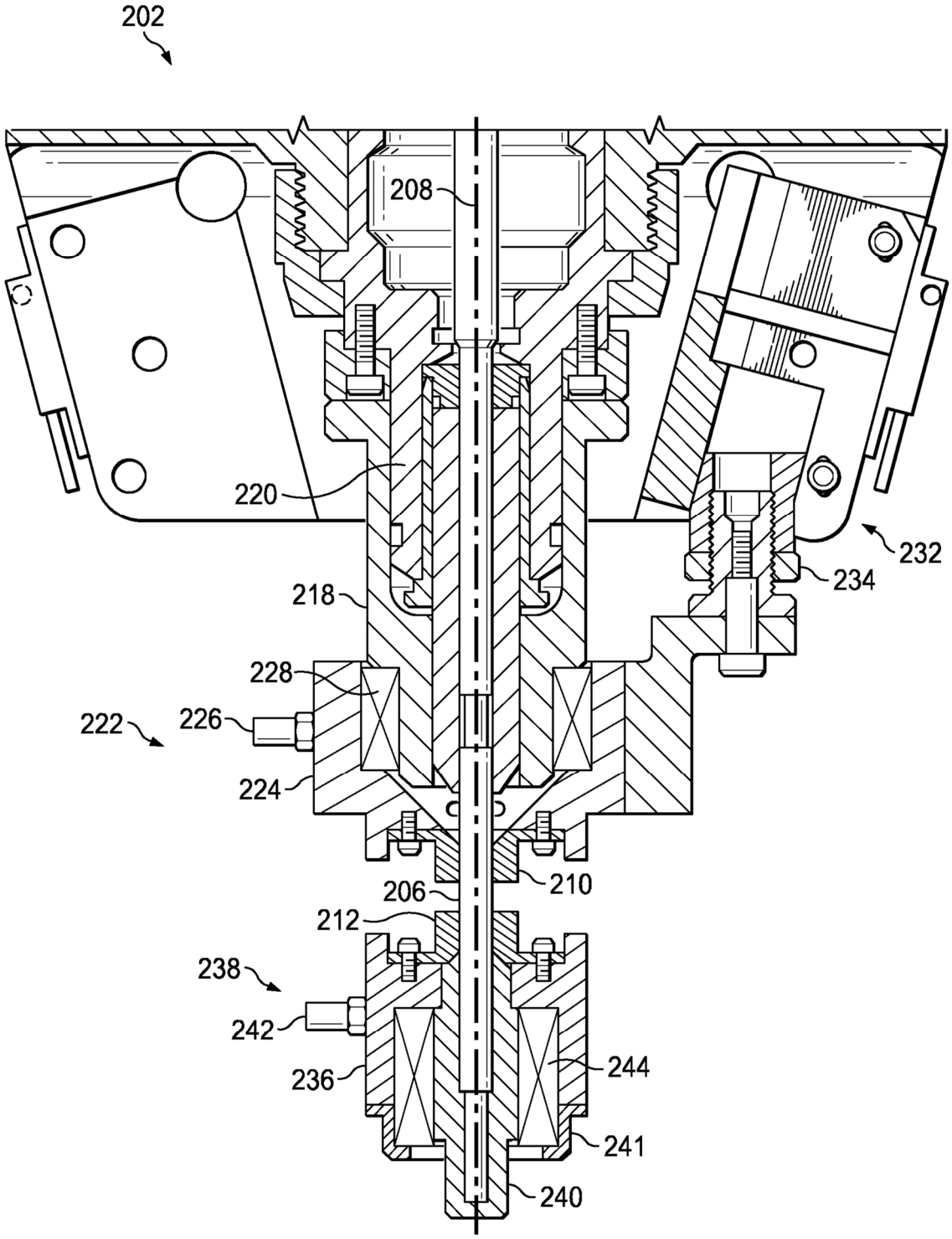

202
208
220
232
234
218
228
222
226
224
206
210
212
238
242
236
244
241
240

FIG. 21

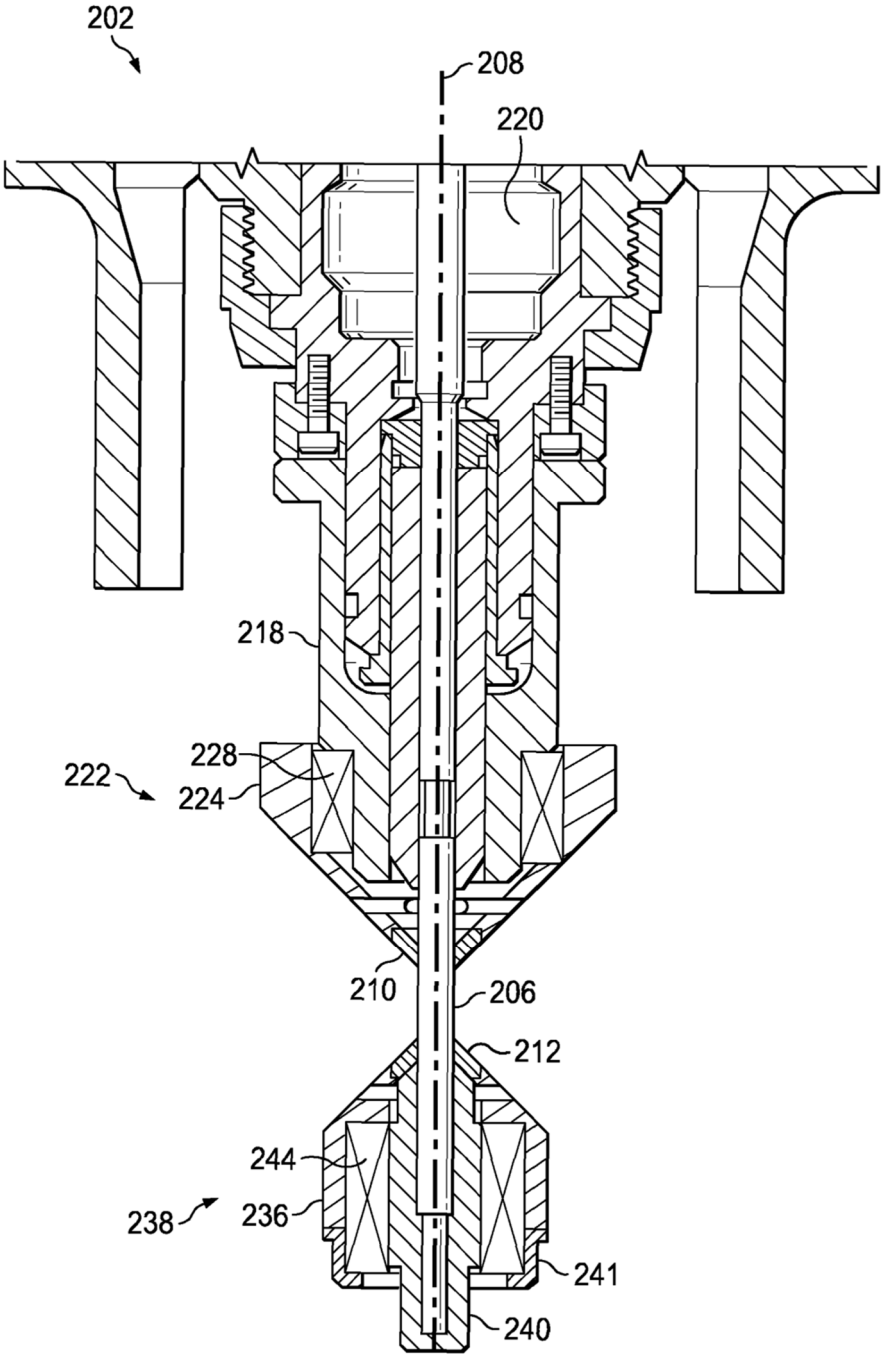


FIG. 22

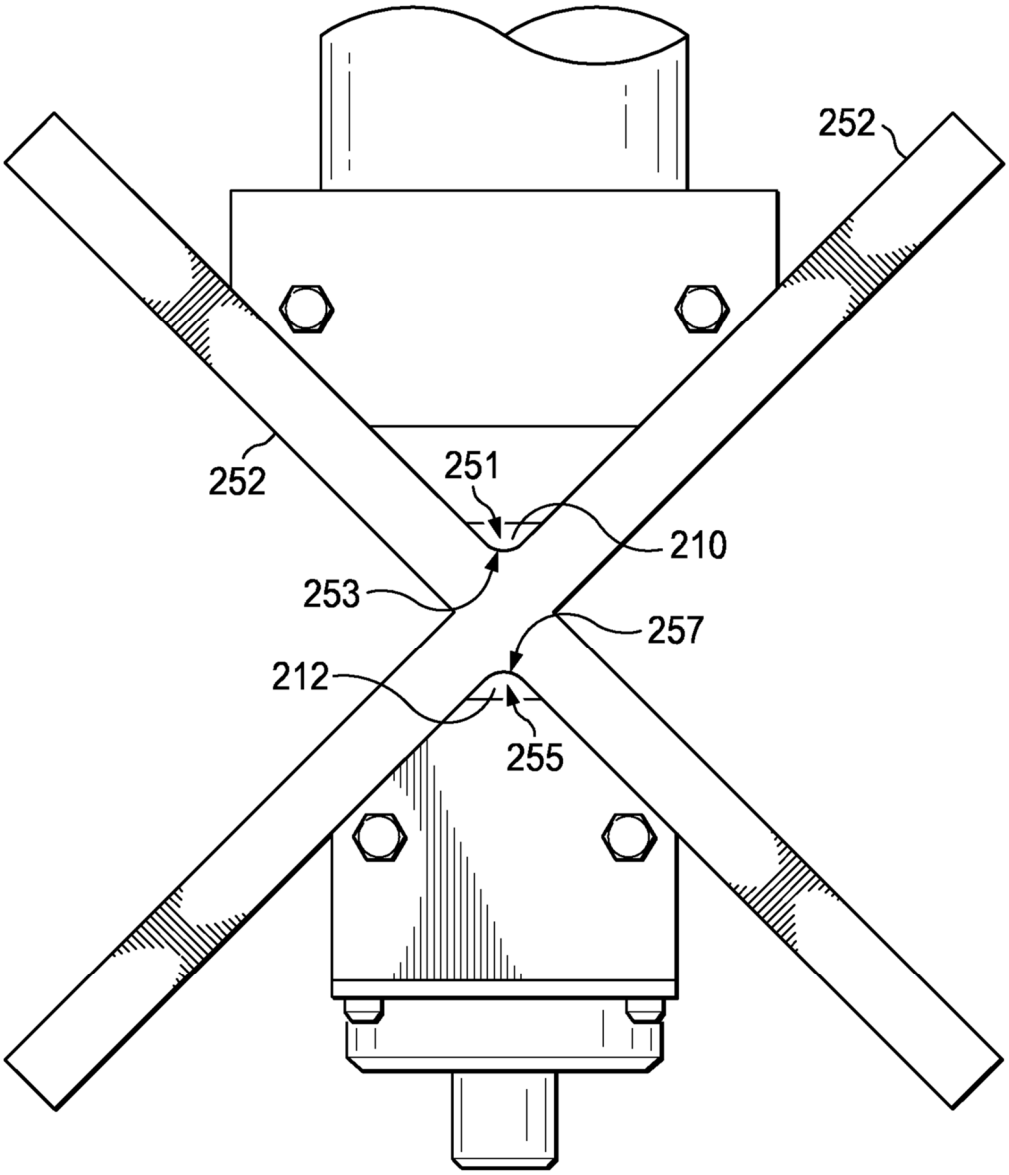


FIG. 23

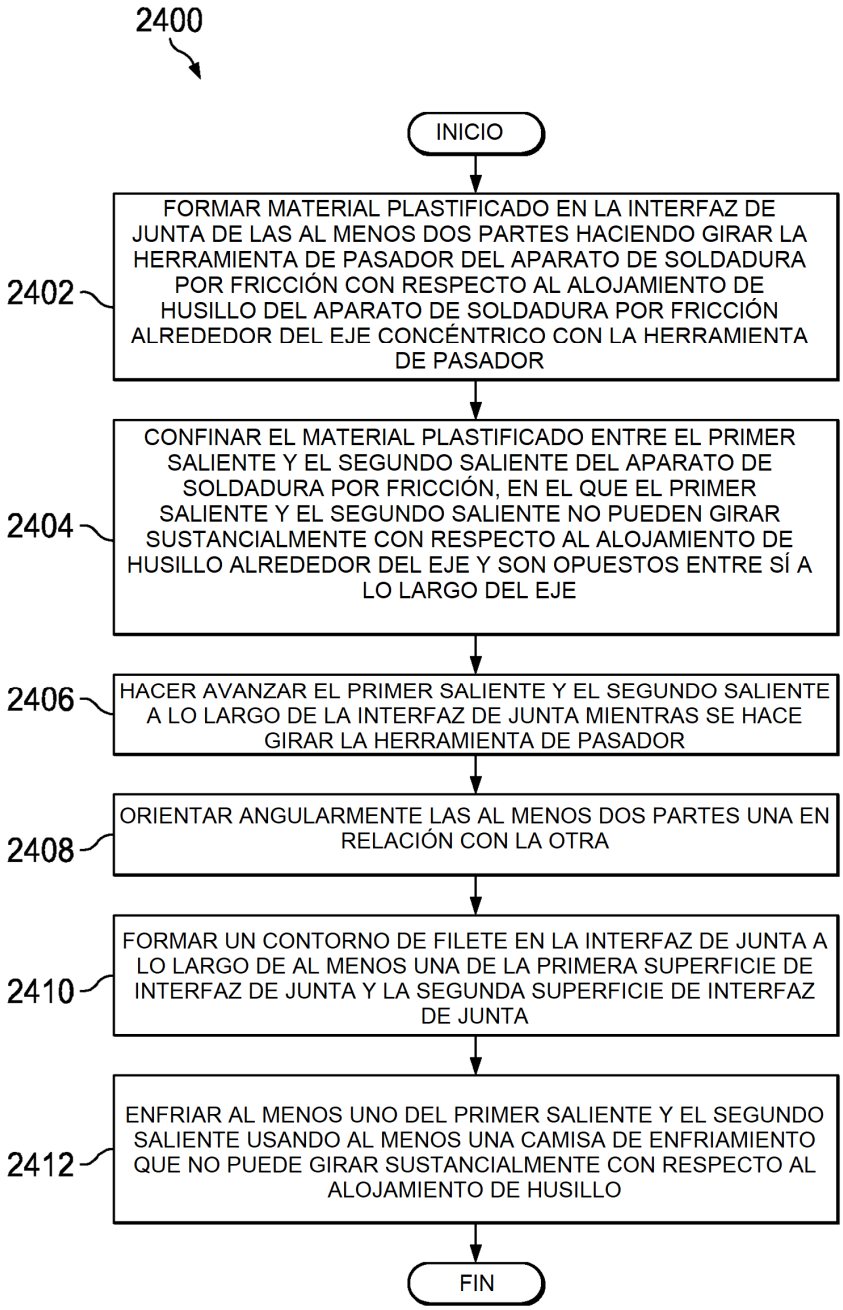

2400
INICIO
2402
FORMAR MATERIAL PLASTIFICADO EN LA INTERFAZ DE JUNTA DE LAS AL MENOS DOS PARTES HACIENDO GIRAR LA HERRAMIENTA DE PASADOR DEL APARATO DE SOLDADURA POR FRICCIÓN CON RESPECTO AL ALOJAMIENTO DE HUSILLO DEL APARATO DE SOLDADURA POR FRICCIÓN ALREDEDOR DEL EJE CONCÉNTRICO CON LA HERRAMIENTA DE PASADOR
2404
CONFINAR EL MATERIAL PLASTIFICADO ENTRE EL PRIMER SALIENTE Y EL SEGUNDO SALIENTE DEL APARATO DE SOLDADURA POR FRICCIÓN, EN EL QUE EL PRIMER SALIENTE Y EL SEGUNDO SALIENTE NO PUEDEN GIRAR SUSTANCIALMENTE CON RESPECTO AL ALOJAMIENTO DE HUSILLO ALREDEDOR DEL EJE Y SON OPUESTOS ENTRE SÍ A LO LARGO DEL EJE
2406
HACER AVANZAR EL PRIMER SALIENTE Y EL SEGUNDO SALIENTE A LO LARGO DE LA INTERFAZ DE JUNTA MIENTRAS SE HACE GIRAR LA HERRAMIENTA DE PASADOR
2408
ORIENTAR ANGULARMENTE LAS AL MENOS DOS PARTES UNA EN RELACIÓN CON LA OTRA
2410
FORMAR UN CONTORNO DE FILETE EN LA INTERFAZ DE JUNTA A LO LARGO DE AL MENOS UNA DE LA PRIMERA SUPERFICIE DE INTERFAZ DE JUNTA Y LA SEGUNDA SUPERFICIE DE INTERFAZ DE JUNTA
2412
ENFRIAR AL MENOS UNO DEL PRIMER SALIENTE Y EL SEGUNDO SALIENTE USANDO AL MENOS UNA CAMISA DE ENFRIAMIENTO QUE NO PUEDE GIRAR SUSTANCIALMENTE CON RESPECTO AL ALOJAMIENTO DE HUSILLO
FIN

FIG. 24

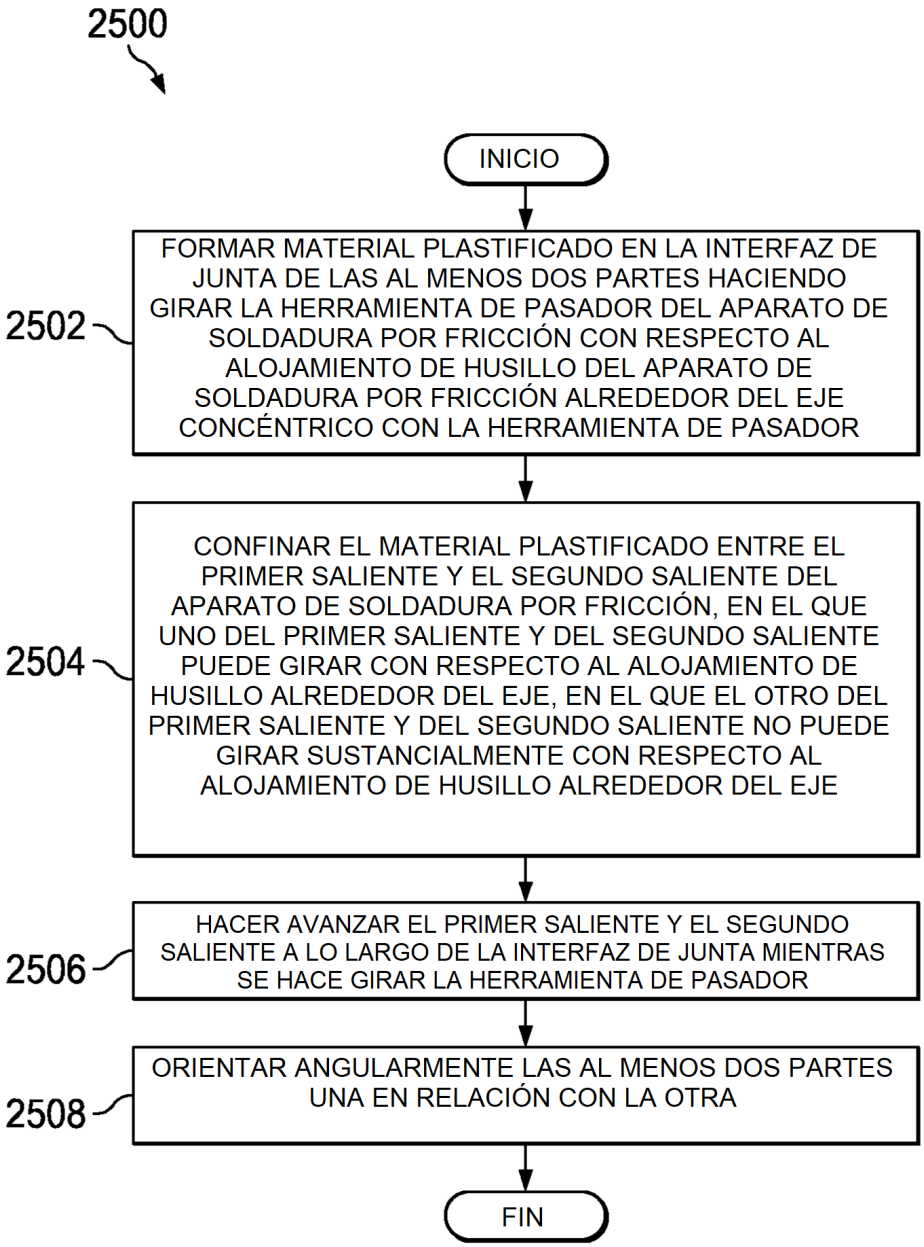
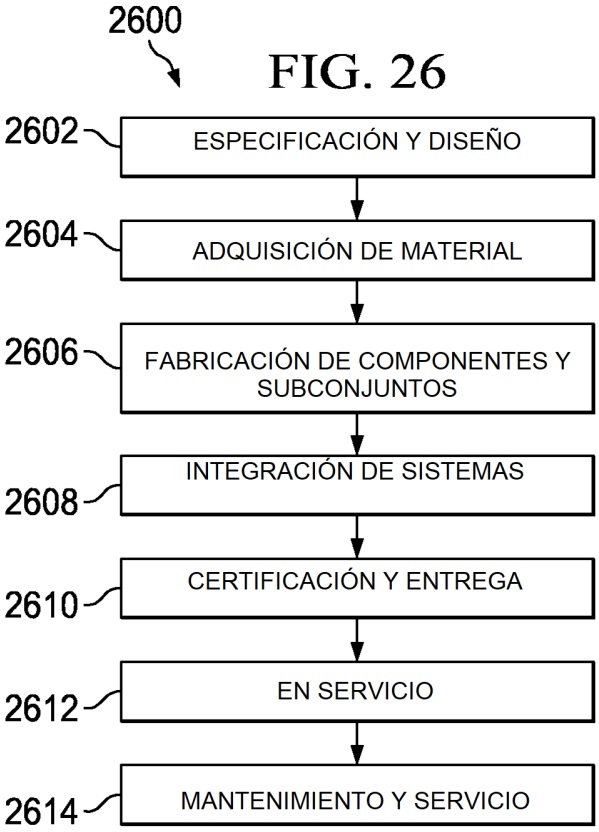
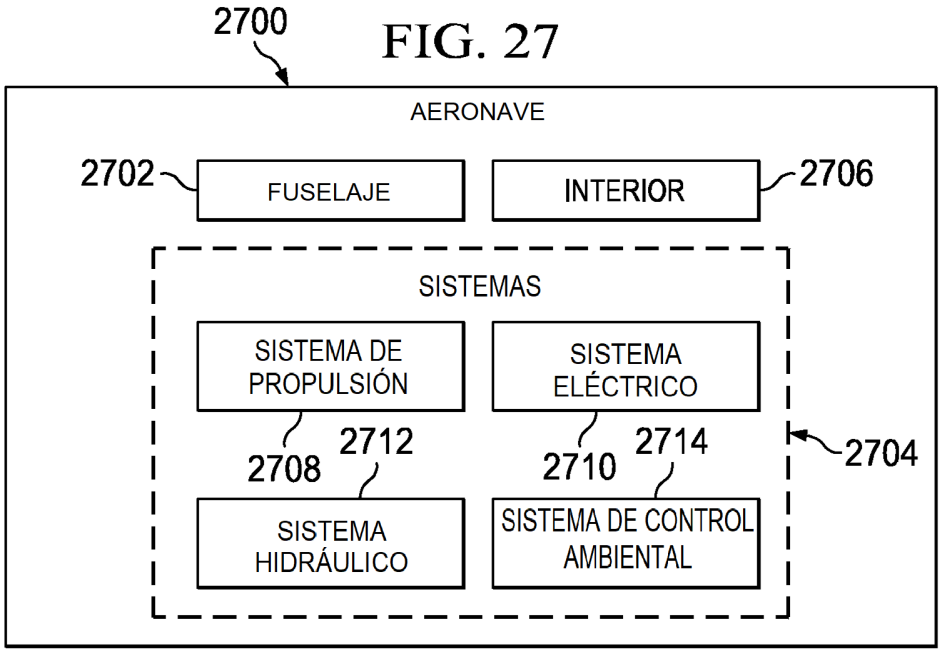

2500
INICIO
2502
FORMAR MATERIAL PLASTIFICADO EN LA INTERFAZ DE JUNTA DE LAS AL MENOS DOS PARTES HACIENDO GIRAR LA HERRAMIENTA DE PASADOR DEL APARATO DE SOLDADURA POR FRICCIÓN CON RESPECTO AL ALOJAMIENTO DE HUSILLO DEL APARATO DE SOLDADURA POR FRICCIÓN ALREDEDOR DEL EJE CONCÉNTRICO CON LA HERRAMIENTA DE PASADOR
2504
CONFINAR EL MATERIAL PLASTIFICADO ENTRE EL PRIMER SALIENTE Y EL SEGUNDO SALIENTE DEL APARATO DE SOLDADURA POR FRICCIÓN, EN EL QUE UNO DEL PRIMER SALIENTE Y DEL SEGUNDO SALIENTE PUEDE GIRAR CON RESPECTO AL ALOJAMIENTO DE HUSILLO ALREDEDOR DEL EJE, EN EL QUE EL OTRO DEL PRIMER SALIENTE Y DEL SEGUNDO SALIENTE NO PUEDE GIRAR SUSTANCIALMENTE CON RESPECTO AL ALOJAMIENTO DE HUSILLO ALREDEDOR DEL EJE
2506
HACER AVANZAR EL PRIMER SALIENTE Y EL SEGUNDO SALIENTE A LO LARGO DE LA INTERFAZ DE JUNTA MIENTRAS SE HACE GIRAR LA HERRAMIENTA DE PASADOR
2508
ORIENTAR ANGULARMENTE LAS AL MENOS DOS PARTES UNA EN RELACIÓN CON LA OTRA
FIN

FIG. 25


2600
FIG. 26
2602
ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO
2604
ADQUISICIÓN DE MATERIAL
2606
FABRICACIÓN DE COMPONENTES Y SUBCONJUNTOS
2608
INTEGRACIÓN DE SISTEMAS
2610
CERTIFICACIÓN Y ENTREGA
2612
EN SERVICIO
2614
MANTENIMIENTO Y SERVICIO


2700
FIG. 27
AERONAVE
2702
FUSELAJE
INTERIOR
2706
SISTEMAS
SISTEMA DE PROPULSIÓN
SISTEMA ELÉCTRICO
2708
2712
2710
2714
2704
SISTEMA HIDRÁULICO
SISTEMA DE CONTROL AMBIENTAL