

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 614**

51 Int. Cl.:

F16B 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2011** **E 11184841 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2017** **EP 2453141**

54 Título: **Unión compuesta estructural fijada adhesivamente que utiliza manguitos centrados por hombro**

30 Prioridad:

12.11.2010 US 945548

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.10.2017

73 Titular/es:

RAYTHEON COMPANY (100.0%)
870 Winter Street
Waltham, MA 02451-1449, US

72 Inventor/es:

LUKOWSKI, JR., FLORIAN P.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 639 614 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

Unión compuesta estructural fijada adhesivamente que utiliza manguitos centrados por hombro

Derechos gubernamentales

5 Esta invención se ha realizado con apoyo del Gobierno bajo el número de contrato 65349DGE2S otorgado por Department of Defense (DOD), Department of Commerce (DOC) y National Aeronautics and Space Administration (NASA). El Gobierno de los EE.UU. puede tener ciertos derechos en esta solicitud.

Antecedentes

10 La presente descripción se refiere a una unión compuesta de dos adherentes, ya sea del mismo material o de materiales disímiles, y un método para unir estos adherentes y un dispositivo monopié utilizado en un criorradiador que incluye una unión de metal y material compuesto descrita en la presente memoria.

15 Los sistemas mecánicos con metas de prestaciones muy exigentes requieren materiales selectos (por ejemplo, estratificados reforzados con fibra de material compuesto) con propiedades únicas tales como elevada resistencia, elevada rigidez, baja expansión térmica, baja conductividad térmica, etc. Estos materiales selectos se utilizan como componentes claves en sistemas estructurales más grandes y, por lo tanto, se deben unir a elementos adyacentes (típicamente hechos de materiales disímiles) para formar uniones compuestas. Por ejemplo, tales uniones compuestas pueden incluir estratificados reforzados con fibra unidos a elementos metálicos adyacentes. Estas uniones compuestas utilizan típicamente adhesivos para pegar mutuamente los elementos o adherentes adyacentes, con el fin de transferir carga adecuadamente.

20 Las uniones compuestas son necesarias, y sin embargo típicamente son el eslabón más débil en el sistema mecánico. Esto se debe al hecho de que estas uniones compuestas están sometidas a elevadas tensiones. Las elevadas tensiones en la unión compuesta pueden deberse a disparidades en las propiedades de dilatación térmica y/o las propiedades de rigidez de los dos adherentes, a excursiones a temperaturas extremadamente bajas (por ejemplo, en ambientes criogénicos), a elementos delgados de material compuesto que soportan cargas elevadas y/o a concentraciones de tensión en regiones de transición.

25 En la Figura 1 se muestra una unión compuesta típica que une dos elementos con distinto grosor y/o rigidez. Incluye un elemento M más grueso o más rígido unido, mediante el adhesivo A, a un elemento C más delgado o más blando. La Figura 1 muestra también la trayectoria de carga de una carga externa aplicada al elemento M. La carga externa aplicada al elemento M se transfiere al elemento C a través del adhesivo A.

30 Un criorradiador es un radiador que está configurado para trabajar a temperaturas muy bajas, e incluye múltiples etapas térmicas. Cada etapa está separada por un monopié que incluye uniones de material compuesto a metal. El monopié es un componente importante en el corazón del criorradiador. El monopié incluye tubos de pared delgada, de material compuesto reforzado con fibra, unidos a conexiones finales metálicas. El monopié funciona a la vez como trayectoria de carga mecánica y como aislante térmico entre las etapas térmicas del radiador, que trabaja a temperaturas extremadamente frías. Como aislante térmico, el monopié proporciona un camino largo entre las etapas térmicas del radiador. Frecuentemente se diseña el monopié para que sea lo suficientemente compacto como para acomodarlo en espacios estrechos.

35 La unión dispar típica, en la que están mutuamente pegados dos adherentes de distinto grosor o rigidez, no está optimizada en cuanto a resistencia, ya que presenta (a) altas concentraciones de tensión en los bordes delanteros de los adherentes (donde se inicia el fallo) bajo cargas mecánicas y cargas termoelásticas y (b) elevadas tensiones de despegadura (un modo de fallo típico para uniones compuestas). La unión dispar también origina muchos problemas de fabricación (por ejemplo, expulsión del adhesivo por presión, huecos, filetes no controlados, repetibilidad). Cuando uno o ambos adherentes son elementos de gran tamaño, es muy difícil pegar y alinear la unión. Además, las pruebas mecánicas de carga (esto es, a nivel de pieza) y las inspecciones no destructivas son difíciles de realizar en los elementos de gran tamaño. Además, estas uniones dispares dificultan el desarrollo de grosores de línea de pegadura consistentemente uniformes, que son críticos para la resistencia de la unión.

40 La presente descripción proporciona mejoras con respecto a las uniones compuestas de la técnica anterior y/o métodos para preparar tales uniones.

45 El documento US2004/011927A1 describe aparatos y métodos para unir elementos estructurales. En una realización, un aparato para unir un primer elemento a un segundo elemento incluye una primera pieza y una segunda pieza configurada para ser trabada y pegada a la primera pieza. En un aspecto de esta realización, la primera pieza incluye una primera superficie orientada a una primera dirección, una segunda superficie orientada a una segunda dirección distinta de la primera dirección, un primer rebaje al menos próximo a la primera superficie y un segundo rebaje al menos próximo a la segunda superficie. En otro aspecto de esta realización, la segunda pieza incluye una tercera superficie orientada a una tercera dirección, una cuarta superficie orientada a una cuarta dirección distinta de la tercera dirección, una primera protuberancia al menos próxima a la tercera superficie y una segunda protuberancia al menos próxima a la cuarta superficie; En otro aspecto más de esta realización, la primera

protuberancia está configurada para ser recibida por el primer rebaje y la segunda protuberancia está configurada para ser recibida por el segundo rebaje, cuando la segunda pieza está trabada con la primera pieza a fin de unir los elementos estructurales.

Compendio

5 En un aspecto, la invención se define por una unión compuesta que comprende: un primer elemento que comprende un material metálico y que comprende una ranura en el mismo; un segundo elemento cilíndrico adyacente al primer elemento y que se extiende a través de una abertura del primer elemento, comprendiendo el segundo elemento un material compuesto reforzado con fibra; y un elemento conector anular unitario, que comprende un material metálico, dispuesto entre el segundo elemento y el primer elemento, en donde el elemento conector anular comprende una parte de cuerpo anular y una parte elevada que se extiende radialmente hacia fuera, integrada con y centrada en la parte de cuerpo anular, sobresaliendo la parte elevada de una primera superficie de la parte de cuerpo anular, en donde el elemento conector anular está fijado adhesivamente al segundo elemento en una segunda superficie de la parte de cuerpo anular opuesta a la primera superficie, teniendo la parte de cuerpo anular del elemento conector anular bordes biselados y siendo recibida en la ranura la parte elevada, para desviar una trayectoria de carga entre el primer elemento y el segundo elemento desde una parte periférica a una parte central del elemento conector, en donde el primer elemento comprende elementos de sujeción que están unidos entre sí y sujetos a la parte elevada que se extiende radialmente.

En otro aspecto, la invención se define por un método para unir un primer elemento con un segundo elemento, comprendiendo el método: proporcionar un primer elemento que comprende un material metálico y que tiene una ranura en el mismo; proporcionar un segundo elemento cilíndrico adyacente al primer elemento y que se extiende a través de una abertura del primer elemento, comprendiendo el segundo elemento un material compuesto reforzado con fibra; unir el primer elemento con el segundo elemento empleando un elemento conector anular unitario, que comprende un material metálico, dispuesto entre el segundo elemento y el primer elemento, en donde el elemento conector anular comprende una parte de cuerpo anular y una parte elevada que se extiende radialmente hacia fuera, integrada con y centrada en la parte de cuerpo anular, sobresaliendo la parte elevada de una primera superficie de la parte de cuerpo anular, en donde el elemento conector anular está fijado adhesivamente al segundo elemento en una segunda superficie de la parte de cuerpo anular opuesta a la primera superficie, teniendo la parte de cuerpo anular del elemento conector anular bordes biselados y siendo recibida en la ranura la parte elevada; y emplear el elemento conector para desviar una trayectoria de carga entre el primer elemento y el segundo elemento desde una parte periférica a una parte central del elemento conector.

Otra realización más se refiere a un dispositivo monopié utilizado en un criorradiador que comprende una unión de metal y material compuesto descrita en la reivindicación 1.

Breve descripción de los dibujos

35 Se describirán ahora diversas realizaciones, sólo a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, donde símbolos de referencia correspondientes indican piezas correspondientes, en los cuales:

la Figura 1 ilustra una vista en corte de una unión compuesta dispar convencional;

la Figura 2 ilustra una vista en corte de una unión compuesta según una realización de la presente descripción;

40 la Figura 3 ilustra una comparación de tensiones de cizalladura en el adhesivo en la unión compuesta convencional y en la unión compuesta de la presente descripción, cuando se someten estas uniones a carga mecánica;

la Figura 4 ilustra una comparación de tensiones de cizalladura en el adhesivo en la unión compuesta convencional y en la unión compuesta de la presente descripción, cuando se someten estas uniones a carga termoelástica;

la Figura 5 ilustra una vista parcial en corte de un criorradiador ilustrativo;

la Figura 6 ilustra un dispositivo monopié ilustrativo utilizado en el criorradiador mostrado en la Figura 5;

45 la Figura 7 ilustra una vista en sección transversal del dispositivo monopié ilustrativo (mostrado en la Figura 6) en la que se muestran una pluralidad de uniones compuestas, que fijan estratificados a adherentes metálicos, formadas según una realización de la presente descripción;

la Figura 8 ilustra un elemento conector de la unión compuesta según una realización de la presente descripción;

50 la Figura 9 ilustra dos elementos conectores fijados adhesivamente a un elemento estratificado de la unión compuesta según una realización de la presente descripción;

la Figura 10 ilustra una vista isométrica de la unión compuesta según una realización de la presente descripción; y

la Figura 11 ilustra un método para unir un primer elemento con un segundo elemento según una realización de la

presente descripción.

Descripción detallada

La presente descripción proporciona una unión compuesta con resistencia estructural o integridad estructural optimizadas. La presente descripción introduce un manguito separado, centrado por hombro, que se fija adhesivamente a un adherente más delgado en un entorno controlado de fabricación. Tal como se muestra y se explica (detalladamente) con respecto a las Figuras 3 y 4, la presente descripción permite la sintonía estructural de la unión, haciendo concordar específicamente la rigidez y el coeficiente de dilatación térmica (CDT) de los dos adherentes (por ejemplo, un manguito metálico centrado por hombro y un tubo de material compuesto reforzado con fibra) a fin de optimizar la resistencia y la longevidad a la fatiga, tanto para cargas mecánicas como para cargas termoelásticas. Como se explicará detalladamente con referencia a las Figuras 3 y 4, también resultan minimizadas las tensiones pico en los bordes delanteros de la unión. Las tensiones pico en los bordes delanteros de la unión resultan minimizadas por el hecho de proporcionar transiciones de rigidez suaves y de desplazar trayectorias de carga al interior del pozo de elasticidad (esto es, el punto más bajo de la curva de tensión) de la unión, es decir, lejos de las regiones con tensión naturalmente elevada (esto es, los bordes de la unión). La unión también reduce las tensiones de despegadura en los adherentes subyacentes. En general, estas tensiones de despegadura en los adherentes subyacentes provocan frecuentemente el fallo de uniones compuestas fijadas adhesivamente.

La Figura 2 muestra la unión compuesta 10 según una realización de la presente descripción. La unión compuesta 10 incluye un primer elemento 12 que tiene una ranura 14 en el mismo, un segundo elemento 16 adyacente al primer elemento 12 y un elemento conector 18 dispuesto entre el segundo elemento 16 y el primer elemento 12. El elemento conector 18 es recibido en la ranura 14 para desviar la trayectoria 20 de carga entre el primer elemento 12 y el segundo elemento 16 desde la parte periférica 22 a la parte central 24 del elemento conector 18. El elemento conector 18 está fijado al segundo elemento 16 mediante material adhesivo 32. La Figura 2 es una vista en corte de una unión 10, o bien axisimétrica (esto es, que presenta una simetría cilíndrica en torno a un eje central de la misma) o bien trasladada ortogonalmente (esto es, que representa un sólido en donde la sección ha sido proyectada linealmente y de manera normal al plano de corte).

El primer elemento 12 incluye elementos 13 y 15 de sujeción que se acoplan entre sí mediante un fiador o dispositivo de sujeción (no mostrado). En la Figura 2 se muestra una línea central del fiador, a modo de ejemplo, mediante la línea de puntos 34. Los elementos 13 y 15 de sujeción, cuando están acoplados entre sí, proporcionan la ranura 14. En una realización, los elementos 13 y 15 de sujeción están hechos de un material de acero. En una realización, el segundo elemento 16 puede estar hecho de estratificados reforzados con fibra de carbono. Sin embargo, se contempla que el primer elemento 12 (elementos 13 y 15 de sujeción) y el segundo elemento 16 puedan estar hechos de cualquier material.

La ranura 14 está formada en al menos uno de los elementos 13 o 15 de sujeción. Como se explicará más adelante, la ranura 14 aplica una precarga al elemento conector 18 a lo largo de una dirección de carga primaria de la unión 10.

El elemento conector 18 incluye una parte 26 de cuerpo y una parte elevada 28 integrada con la parte 26 de cuerpo. La parte elevada 28 del elemento conector 18 es recibida por la ranura 14 del primer elemento 12. En una realización, la parte elevada 28 tiene la forma de un hombro elevado. En una realización, la parte 26 de cuerpo tiene un grosor y longitud optimizados. En una realización, la parte 26 de cuerpo incluye bordes biselados 30 y 31 para ayudar a reducir aún más las tensiones pico.

La parte elevada 28 está centrada en la parte 26 de cuerpo. La parte elevada 28 está centrada a lo largo de una dirección de carga primaria (de delante a atrás) sobre el adherente integrado 26 de la unión 10. En caso de excursiones extremas de temperatura (tanto alta como baja), el perfil de tensión de la unión compuesta es simétrico en torno a la línea central de la unión. Por lo tanto, es más eficaz que la parte elevada 28 esté centrada en la parte 26 de cuerpo y situada lejos de los extremos de la unión, donde las tensiones son generalmente elevadas. Como alternativa, en otra realización la parte elevada 28 puede estar ligeramente desplazada del centro de la parte 26 de cuerpo. La parte elevada 28 está situada de manera integrada en la parte 26 de cuerpo, de forma que se reduce la aparición de tensiones pico en los bordes de la unión 10 (esto es, por el hecho de desviar la trayectoria 20 de carga hacia una zona de baja tensión de la unión 10).

La ranura 14 de los elementos 13 y 15 de sujeción, está dimensionada y sujeta, ya sea por fiadores u otros dispositivos de sujeción (no mostrados), para trabarse con la parte elevada 28 y proporcionar una precarga a la misma. La precarga permite que la parte elevada 28 se mantenga en posición e impide que se abra una hendidura y/o se deslice cuando se aplica carga externa al primer elemento 12 y/o al segundo elemento 16. En una realización, se aplica la precarga al elemento conector 18 en la dirección de carga primaria. Cuando se unen entre sí los elementos 13 y 15 de sujeción utilizando uno o varios fiadores u otros dispositivos de sujeción, los elementos 13 y 15 de sujeción aplican la precarga en la parte elevada 28. Esta disposición de elementos 13 y 15 de sujeción y los uno o varios fiadores facilita el rápido desmontaje y nuevo montaje de los elementos 13 y 15 de sujeción, al tiempo que mantiene una unión fuerte entre el elemento conector 18 y el segundo elemento 16.

El elemento conector 18 está configurado para reducir las tensiones pico en bordes de la unión compuesta 10. El elemento conector 18 incluye cualquier material. En una realización, el elemento conector 18 incluye un material de titanio. El elemento conector 18 puede incluir, pero sin limitación, un material metálico, un material plástico, un material polimérico, un material de madera, un material estratificado o un material cerámico.

5 Cuando se aplican cargas mecánicas externas a la unión 10, se reacciona a las mismas a través de la ranura 14. Estas cargas externas se transfieren entonces a la parte elevada u hombro 28, y después a la parte 26 de cuerpo. Finalmente, estas cargas externas se transfieren al segundo elemento 16 a través del material adhesivo 32. En una realización, el material adhesivo 32 incluye material adhesivo de epoxi. En otras realizaciones, el material adhesivo 32 puede incluir, pero sin limitación, un material de poliuretano, un material de silicona, un material acrílico, un material de metacrilato o un material de cianoacrilato.

10 Las caras delantera y trasera 33 y 35 de la parte elevada 28 están situadas a una distancia predeterminada de los bordes delantero y trasero 30 y 31 del adherente delgado integrado o parte 26 de cuerpo, a fin de reducir las tensiones de despegadura en estos lugares. Es decir, la parte elevada 28 está situada lejos de las zonas de tensión elevada (bordes delantero y trasero 30 y 31 del adherente delgado integrado o la parte 26 de cuerpo) de la unión 10, con el fin de trasladar carga a la parte central 24 (esto es, el pozo de elasticidad – el punto más bajo de la curva de tensión) de la unión 10. En una realización, la anchura de la parte elevada 28 constituye aproximadamente 15 - 75% de la anchura de la parte 26 de cuerpo. Las longitudes de la parte elevada 28 y/o de la parte 26 de cuerpo están dimensionadas para situar la trayectoria 20 de carga y las tensiones resultantes en la región de baja tensión del pozo de elasticidad del material adhesivo de la unión pegada, reduciendo así las concentraciones de tensión en la unión 10.

15 Las Figuras 3 y 4 ofrecen una comparación de las tensiones de cizalladura en el adhesivo en dos uniones de cizalladura a solape simple, con geometría, materiales y cargas externas similares. Las curvas a y c representan las tensiones de cizalladura en el adhesivo en la unión convencional (según se muestra en la Figura 1), mientras que las curvas b y d representan las tensiones de cizalladura en el adhesivo en la unión 10 (según se muestra en la Figura 2) de la presente descripción. En los gráficos de las Figuras 3 y 4, el eje Y representa la tensión de cizalladura en el material adhesivo 32 y el eje X representa la posición a lo largo del material adhesivo 32 (es decir, la posición a lo largo de la pegadura).

La Figura 3 ilustra los perfiles de tensión de cizalladura relativa cuando se aplica carga mecánica (se aplica fuerza cizallante) a dos uniones (esto es, a la unión convencional y a la unión de la presente descripción).

20 La curva a es el perfil de tensión de cizalladura de la unión convencional cuando se somete a carga mecánica. Como se puede observar en la curva a, en el perfil de tensión de cizalladura aparece un pico significativo en el borde delantero de la unión. Esta tensión pico en el borde delantero de la unión inicia por regla general el fallo de la unión. Es decir, esta tensión pico reduce la resistencia de la unión, la eficacia de la unión y la longevidad a la fatiga de la unión.

25 En la presente descripción, por el hecho de añadir un manguito 18 centrado por hombro en la trayectoria 20 de carga de la unión 10, se reduce la tensión pico en el borde delantero 30 de la unión 10. El manguito centrado por hombro o elemento conector 18 desvía la trayectoria 20 de carga hacia la parte central 24 de la unión 10, al interior de la región con menor tensión o "pozo de elasticidad", lejos del borde delantero 30 de la unión 10. Esto aumenta la capacidad de la unión 10 al mejorar la resistencia, la eficacia y la longevidad a la fatiga de la unión 10.

30 La Figura 4 ilustra los perfiles de tensión de cizalladura relativa cuando se aplica carga termoelástica a dos uniones (esto es, a la unión convencional y a la unión de la presente descripción). Estas cargas termoelásticas son inducidas generalmente por disparidades en la rigidez y el CDT de los adherentes (es decir, el material adhesivo 32 y el segundo elemento 16).

35 La curva c es el perfil de tensión de cizalladura de la unión convencional cuando se somete a carga termoelástica. Como se puede observar en la curva c, en el perfil de tensión de cizalladura existen picos relativamente más altos, situados en los bordes de la unión. Estas tensiones pico en los bordes de la unión inician por regla general el fallo de la unión.

40 Como se puede observar en la curva d, la presente descripción sitúa esta mayor disparidad (en cuanto a rigidez y CDT) en la parte central 24 de la unión 10, lejos de los picos de los bordes 30 y 31 de la unión 10. En una realización, las tensiones pico resultan minimizadas en los bordes delanteros 30 y 31 por el hecho de proporcionar transiciones de rigidez suaves y de desplazar las trayectorias 20 de carga al interior del pozo de elasticidad (esto es, el punto más bajo de la curva de tensión) de la unión 10, lejos de las regiones con tensión naturalmente elevada (esto es, los bordes de la unión). La unión 10 también reduce las tensiones de despegadura en el segundo elemento 16 subyacente.

45 La presente descripción permite la sintonía estructural de la unión 10. Específicamente, la sintonía estructural de la unión 10 se consigue haciendo concordar la rigidez y los coeficientes de dilatación térmica (CDT) de los dos adherentes (es decir, el elemento conector 18 y el segundo elemento 16). La sintonía estructural de la unión 10 se persigue con el fin de optimizar la resistencia y la longevidad a la fatiga, tanto para cargas mecánicas como

termoelásticas.

La rigidez es una función de $E \cdot t$, donde E es el módulo elástico y t es el grosor de los adherentes. En una realización, se pueden hacer concordar la rigidez del elemento conector 18 y del segundo elemento 16 de varias maneras. En una realización, se pueden hacer concordar la rigidez del elemento conector 18 y la del segundo elemento 16 mediante la modificación de una o varias de las siguientes propiedades: la disposición de las capas, los materiales y/o el grosor de cualquiera de los elementos.

En una realización, se pueden hacer concordar los coeficientes de dilatación térmica (CDT) del elemento conector 18 y del segundo elemento 16 simplemente por el hecho de cambiar los materiales del elemento conector 18 y/o del segundo elemento 16.

La Figura 5 ilustra una vista parcial en corte de un criorradiador ilustrativo que se utiliza, por ejemplo, en un satélite, y la Figura 6 ilustra un dispositivo monopié ilustrativo utilizado en el criorradiador mostrado en la Figura 5.

El criorradiador es un radiador pasivo que está configurado para funcionar a temperaturas muy bajas e incluye múltiples etapas térmicas. Por ejemplo, en la realización ilustrada el criorradiador incluye tres etapas térmicas. Cada etapa térmica se hace funcionar a distinta temperatura. Cada etapa está separada por un monopié que incluye uniones de material compuesto a metal.

El monopié es un componente importante en el corazón del criorradiador. El monopié incluye tubos de pared delgada, de material compuesto reforzado con fibra, fijados a conexiones finales metálicas. Estos tubos de pared delgada, de material compuesto reforzado con fibra, tienen generalmente una conductividad baja. El monopié funciona a la vez como trayectoria de carga mecánica y como aislante térmico entre las etapas térmicas del radiador, que trabaja a temperaturas extremadamente frías. Como aislante térmico, el monopié proporciona un camino largo entre las etapas térmicas del radiador. Frecuentemente se diseña el monopié para que sea lo suficientemente compacto como para acomodarlo en espacios estrechos.

En una realización, un dispositivo monopié utilizado en un criorradiador incluye uniones de metal y material compuesto, de la presente descripción. Cuando se utilizan en un criorradiador (como se muestra en la Figura 5), las uniones 10 de la presente descripción no solamente soportan estructuralmente las etapas térmicas, sino que también las aíslan térmicamente. Cuando se utilizan en un criorradiador (como se muestra en la Figura 5), las uniones 10 se ven sometidas tanto a cargas mecánicas (vibraciones) como a cargas térmicas (por ejemplo, durante el lanzamiento de un cohete en el cual se transporta a órbita el satélite y, por tanto, el criorradiador).

La Figura 7 ilustra una vista en corte del dispositivo monopié ilustrativo (mostrado en la Figura 6) en la que se muestran una pluralidad de uniones 100, 200 y 300 de material compuesto a metal, conformadas según una realización de la presente descripción.

En una realización, las uniones 100 y 200 de material compuesto a metal se usan para fijar el elemento compuesto (esto es, tubo de pared delgada de material compuesto reforzado con fibra) 116 a elementos conectores 118 y 218 (esto es, conexiones finales metálicas). En una realización, tubos 116 de pared delgada de material compuesto reforzado con fibra están dispuestos concéntricamente en torno a tubos 316 de pared delgada de material compuesto reforzado con fibra. La unión 300 de metal y material compuesto está situada sobre un diámetro interno del elemento compuesto (esto es, tubo de pared delgada de material compuesto reforzado con fibra) 116, mientras que uniones 100 y 200 de material compuesto a metal están situadas sobre un diámetro externo del elemento compuesto (esto es, tubo de pared delgada de material compuesto reforzado con fibra) 316.

La unión 100 de metal y material compuesto incluye un elemento metálico 112 que tiene una ranura 114 en el mismo, elemento compuesto 116 adyacente al elemento metálico 112 y elemento conector 118 dispuesto entre el elemento compuesto 116 y el elemento metálico 112. El elemento conector 118 es recibido en la ranura 114 para desviar la trayectoria de carga entre el elemento metálico 112 y el elemento compuesto 116 desde la parte periférica 122 a la parte central 124 del elemento conector 118. El elemento conector 118 está fijado al elemento compuesto 116 mediante material adhesivo 132. El elemento metálico 112 incluye elementos 113 y 115 de sujeción que, cuando están acoplados entre sí, proporcionan la ranura 114.

La unión 200 de metal y material compuesto incluye un elemento metálico 212 que tiene una ranura 214 en el mismo, elemento compuesto 116 adyacente al elemento metálico 212 y elemento conector 218 dispuesto entre el elemento compuesto 116 y el elemento metálico 212. El elemento conector 218 es recibido en la ranura 214 para desviar la trayectoria de carga entre el elemento metálico 212 y el elemento compuesto 116 desde la parte periférica 222 a la parte central 224 del elemento conector 218. El elemento conector 218 está fijado al elemento compuesto 116 mediante material adhesivo 232. El elemento metálico 212 incluye elementos 213 y 215 de sujeción que, cuando están acoplados entre sí, proporcionan la ranura 214.

La unión 300 de metal y material compuesto incluye un elemento metálico 312 que tiene una ranura 314 en el mismo, elemento compuesto 316 adyacente al elemento metálico 312 y elemento conector 318 dispuesto entre el elemento compuesto 316 y el elemento metálico 312. El elemento conector 318 es recibido en la ranura 314 para desviar la trayectoria de carga entre el elemento metálico 312 y el elemento compuesto 316 desde la parte periférica

322 a la parte central 324 del elemento conector 318. El elemento conector 318 está fijado al elemento compuesto 316 mediante material adhesivo 332. El elemento metálico 312 incluye elementos 313 y 315 de sujeción que, cuando están acoplados entre sí, proporcionan la ranura 314.

5 La Figura 8 ilustra el elemento conector 18 de la unión compuesta 10 según una realización de la presente descripción. La Figura 9 ilustra elementos conectores 18 y 18' fijados al segundo elemento 16 de la unión compuesta 10 según una realización de la presente descripción. Las Figuras 8 y 9 ilustran también la parte 26 de cuerpo y la parte elevada 28 de elemento conector 18 integrada con la parte 26 de cuerpo, y la parte 26' de cuerpo y la parte elevada 28' de elemento conector 18' integrada con la parte 26' de cuerpo. En una realización, la anchura de la parte elevada 28 constituye de 15 a 75% de la anchura de la parte 26 de cuerpo. Como se ha indicado más arriba, el elemento conector 18 está fijado al segundo elemento 16 mediante material adhesivo 32. La Figura 10 ilustra la unión compuesta 10 (esto es, únicamente la mitad inferior) según una realización de la presente descripción. Las Figuras 8-10 ilustran claramente que el elemento conector 18, el segundo elemento 16, los elementos 13 y 15 de sujeción, incluyen configuración de sección transversal cilíndrica o configuración de sección transversal tubular. En otras realizaciones, el elemento conector 18, el segundo elemento 16, los elementos 13 y 15 de sujeción, incluyen otras configuraciones de sección transversal.

15 En una realización, tal como se muestra en la Figura 10, el anillo 13 de sujeción incluye la abertura 40 para recibir el fiador, cuando el anillo 13 de sujeción está conectado al anillo 15 de sujeción. El anillo 15 de sujeción también incluye una abertura similar (no mostrada) para recibir el fiador. En una realización, el fiador (no mostrado) está construido y dispuesto para pasar a través de la abertura 40 del anillo 13 de sujeción y la abertura del anillo 15 de sujeción para sujetar juntos o conectar el anillo 13 de sujeción y el anillo 15 de sujeción. Es decir, la abertura 40 del anillo 13 de sujeción y la abertura del anillo 15 de sujeción están alineadas entre sí para permitir que el fiador pase a través de las mismas.

20 La Figura 11 ilustra un método 1100 para unir el primer elemento 12 con el segundo elemento 16 según una realización de la presente descripción. El método 1100 comienza en el procedimiento 1102, en el cual se proporciona un primer elemento 12 que tiene una ranura hembra 14 en el mismo. A continuación, el método pasa al procedimiento 1104 en el cual se proporciona un segundo elemento 16 adyacente al primer elemento 12. En el procedimiento 1105 se proporciona un elemento conector 18 con parte elevada o u hombro macho 28. El elemento conector 18 se acopla al segundo elemento 16, por ejemplo, utilizando material adhesivo 32.

25 A continuación, en el procedimiento 1106 se une el primer elemento 12 con el segundo elemento 16 utilizando el elemento conector 18. Como se ha indicado más arriba, la parte elevada u hombro 28 del elemento conector 18 es recibida en la ranura 14 de elementos 13 y 15 de sujeción del primer elemento 12. En el procedimiento 1107 se desarrolla una precarga entre el primer elemento 12 y el elemento conector 18 por el hecho de proporcionar una fuerza de sujeción entre elementos 13 y 15 de sujeción (esto es, dos piezas divididas) del primer elemento 12. En el procedimiento 1108 se utiliza el elemento conector 18 para desviar una trayectoria de carga entre el primer elemento 12 y el segundo elemento 16 desde la parte periférica 22 a la parte central 24 del elemento conector 18.

30 La unión de la presente descripción es adecuada para aislantes térmicos de pared delgada y de poco peso, ya que la unión es muy compacta y aprovecha los beneficios de las uniones fijadas adhesivamente: adherentes delgados sometidos a carga por cizalladura. Dado que, durante el montaje, la unión queda pegada de manera simple y controlada (por ejemplo, dos cilindros concéntricos en una instalación de sobremesa), la unión alivia muchos problemas asociados con la fabricación (por ejemplo, mano de obra cualificada, huecos en el adhesivo y expulsión del mismo por presión, repetitibilidad, alineamiento, grosor uniforme de la línea de pegadura, filetes controlados, complicaciones debidas a elementos de gran tamaño). Además, se mejora en gran medida la inspección no destructiva (por ejemplo, ensayos por ultrasonido) del conjunto pegado, ya que los adherentes son delgados y la geometría minimiza el número de superficies reflectantes generadoras de ruido, reduciendo así la atenuación de señal y mejorando la relación señal/ruido.

35 La unión compuesta descrita en la presente descripción se puede utilizar en una amplísima gama de aplicaciones que requieren uniones compuestas estructurales pegadas de alta resistencia, eficaces y fáciles de fabricar. Por ejemplo, la unión compuesta descrita en la presente descripción puede emplearse en a) aplicaciones de elevada resistencia, incluidas aplicaciones en aviación, aplicaciones espaciales y aplicaciones en recipientes a presión; b) aplicaciones de elevada fatiga, incluidas aplicaciones en el automóvil, aplicaciones en aviación y aplicaciones marinas; c) aplicaciones de bajo peso, incluidas aplicaciones en aviación y aplicaciones espaciales; d) aplicaciones para temperatura extrema, incluidas aplicaciones criogénicas; e) compactas, incluidas aplicaciones en aviación y espaciales; y f) aplicaciones con elevado ritmo de producción, incluidas aplicaciones en el automóvil y aplicaciones en aviación. Solo como ejemplo de aplicaciones para temperatura extrema (incluidas aplicaciones criogénicas), la unión de material compuesto y metal de la presente descripción se puede utilizar en satélites, que están sometidos a las condiciones ambientales extremadamente duras del espacio. La unión de la presente invención está diseñada para funcionar eficazmente en aplicaciones para temperatura extremadamente baja, donde la unión se ve sometida tanto a cargas mecánicas (estructurales) como a cargas termoelásticas. Otras aplicaciones incluyen uniones compuestas para lo siguiente: vigas, tubos, ejes, aislantes, monopiés, brazos, mástiles, varillas, columnas, cascos, placas, tubos, prótesis, etc.

ES 2 639 614 T3

Por lo tanto, la unión compuesta estructural mejorada de la presente descripción resuelve numerosos problemas de uniones pegadas, en aplicaciones de temperatura extrema. La unión compuesta estructural mejorada de la presente descripción: a) optimiza la resistencia y la longevidad a la fatiga para cargas mecánicas y termoelásticas; b) minimiza tensiones pico por el hecho de proporcionar transiciones de rigidez suaves; c) reduce tensiones de despegadura (típico modo de fallo de uniones pegadas); d) proporciona un aislante térmico de pared delgada; e) proporciona una unión de perfil bajo y tamaño compacto; f) facilita la fabricación de la unión; g) facilita el control de grosores uniformes de línea de pegadura (lo que a su vez mejora la resistencia de la unión); h) facilita la inspección de la línea de pegadura mediante métodos comunes por ultrasonidos; i) mitiga el riesgo, al realizar el ensayo a nivel de pieza, antes del ensamblaje a un nivel superior; j) proporciona un hombro para reforzar localmente extremos de tubos de material compuesto (donde puede comenzar el pandeo local); k) ofrece la capacidad de desmontaje y/o nuevo montaje cuando se sujetan con fiadores (en comparación con simplemente pegadas); y l) permite el alineamiento de piezas concordantes mediante la introducción de calzas en las interfaces sujetas.

REIVINDICACIONES

1. Una unión compuesta (10) que comprende:

un primer elemento (12) que comprende un material metálico y que comprende una ranura (14) en el mismo;

un segundo elemento cilíndrico (16) adyacente al primer elemento (12) y que se extiende a través de una abertura del primer elemento (12), comprendiendo el segundo elemento (16) un material compuesto reforzado con fibra; y

un elemento conector anular (18) unitario, que comprende un material metálico, dispuesto entre el segundo elemento (16) y el primer elemento (12), en donde el elemento conector anular (18) comprende una parte (26) de cuerpo anular y una parte elevada (28) que se extiende radialmente hacia fuera, integrada con y centrada en la parte (26) de cuerpo anular, sobresaliendo la parte elevada (28) de una primera superficie de la parte (26) de cuerpo anular, en donde el elemento conector anular (18) está fijado adhesivamente al segundo elemento en una segunda superficie de la parte (26) de cuerpo anular opuesta a la primera superficie, teniendo la parte (26) de cuerpo anular del elemento conector anular (18) bordes biselados (30, 31) y siendo recibida la parte elevada (28) en la ranura (14) para desviar una trayectoria de carga entre el primer elemento (12) y el segundo elemento (16) desde una parte periférica a una parte central del elemento conector (18),

en donde el primer elemento (12) comprende elementos (13, 15) de sujeción que están unidos entre sí y sujetos a la parte elevada (28) que se extiende radialmente.

2. La unión compuesta (10) según la reivindicación 1, en donde la parte elevada está centrada a lo largo de una dirección de carga primaria de la unión (10).

3. La unión compuesta (10) según la reivindicación 1, en donde los elementos (13, 15) de sujeción, cuando están acoplados entre sí, proporcionan la ranura (14) que recibe la parte elevada (28) en su interior.

4. La unión compuesta (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 3, en donde la ranura (14) está formada en al menos uno de los elementos (13, 15) de sujeción.

5. La unión compuesta (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 3 o 4, en donde a través de la ranura (14) se introduce una carga externa en la unión (10), y se transfiere después al segundo elemento (16) a través del elemento conector (18) y el material adhesivo.

6. La unión compuesta (10) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la ranura (14) está construida y dispuesta para aplicar una precarga al elemento conector (18) a lo largo de una dirección de carga primaria de la unión (10).

7. La unión compuesta (10) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el elemento conector (18) está configurado para reducir tensiones pico en bordes de la unión compuesta (10).

8. Un método (1100) para unir un primer elemento (12) con un segundo elemento (16), comprendiendo el método (1100):

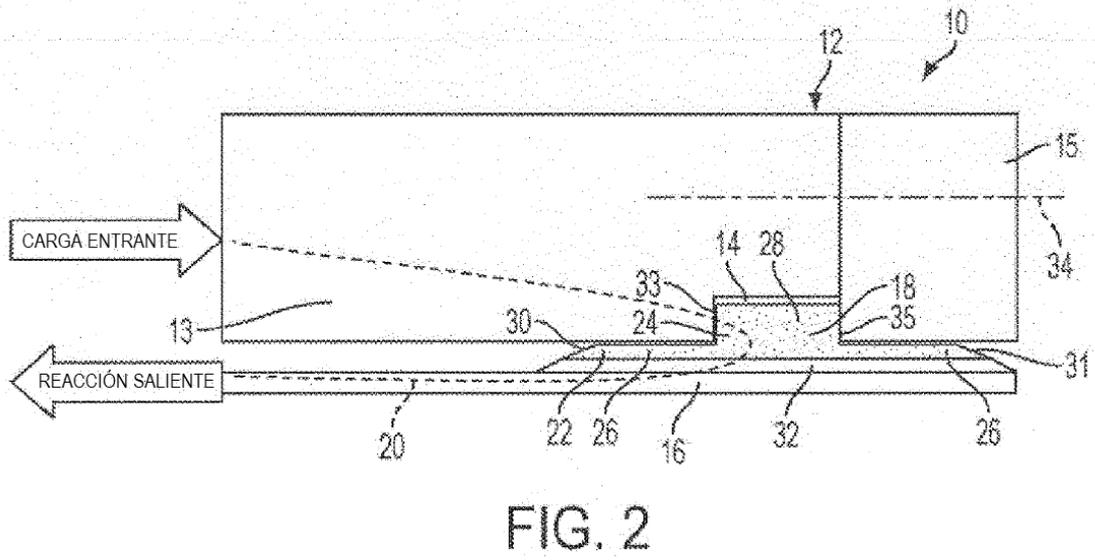
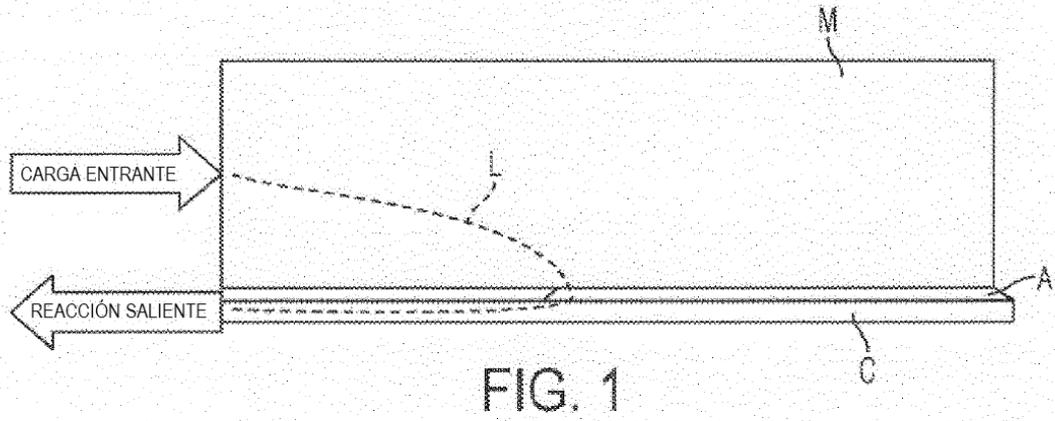
proporcionar (1102) un primer elemento (12) que comprende un material metálico y que tiene una ranura (14) en el mismo;

proporcionar (1104) un segundo elemento (16) cilíndrico, adyacente al primer elemento (12) y que se extiende a través de una abertura del primer elemento (12), comprendiendo el segundo elemento (16) un material compuesto reforzado con fibra;

unir (1106) el primer elemento (12) con el segundo elemento (16) mediante un elemento conector anular unitario (18), que comprende un material metálico, dispuesto entre el segundo elemento (16) y el primer elemento (12), en donde el elemento conector anular (18) comprende una parte (26) de cuerpo anular y una parte elevada (28) que se extiende radialmente hacia fuera, integrada con y centrada en la parte (26) de cuerpo anular, sobresaliendo la parte elevada (28) de una primera superficie de la parte (26) de cuerpo anular, en donde el elemento conector anular (18) está fijado adhesivamente al segundo elemento (16) en una segunda superficie de la parte (26) de cuerpo anular opuesta a la primera superficie, teniendo la parte (26) de cuerpo anular del elemento conector anular (18) bordes biselados (30, 31) y siendo recibida la parte elevada (28) en la ranura (14); y

emplear (1108) el elemento conector para desviar una trayectoria de carga entre el primer elemento (12) y el segundo elemento (16) desde una parte periférica a una parte central del elemento conector (18);

en donde el primer elemento (12) comprende elementos (13, 15) de sujeción que se acoplan entre sí y se sujetan a la parte elevada (28) que se extiende radialmente.



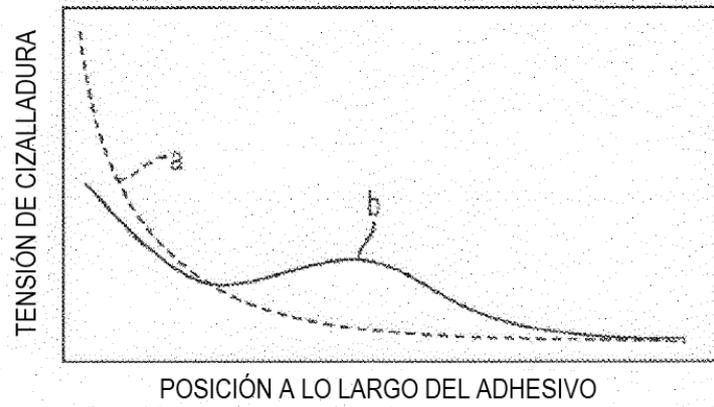


FIG. 3

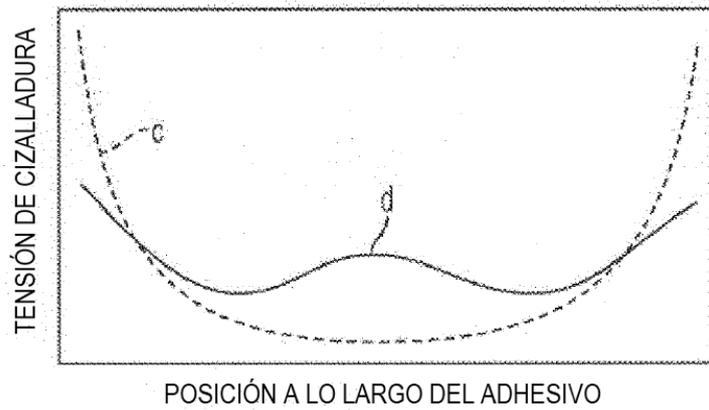


FIG. 4

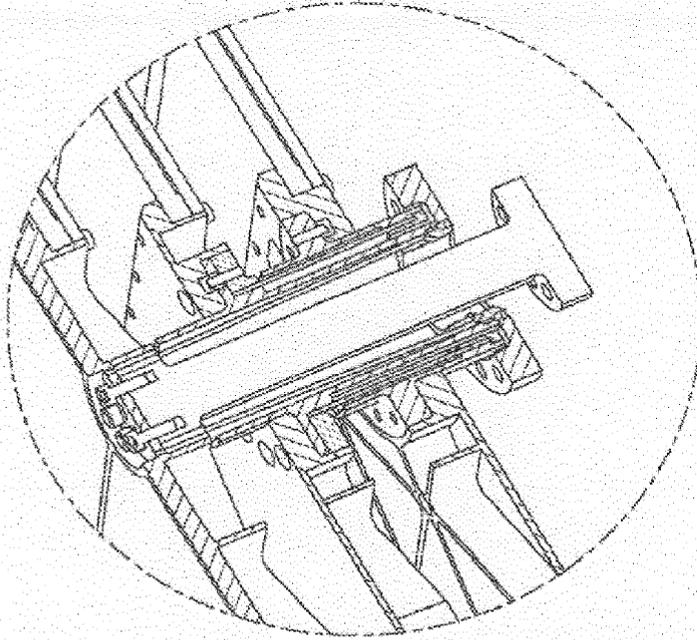


FIG. 6

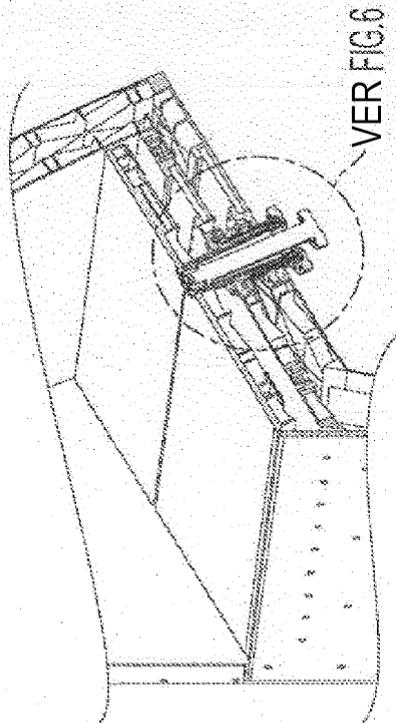


FIG. 5

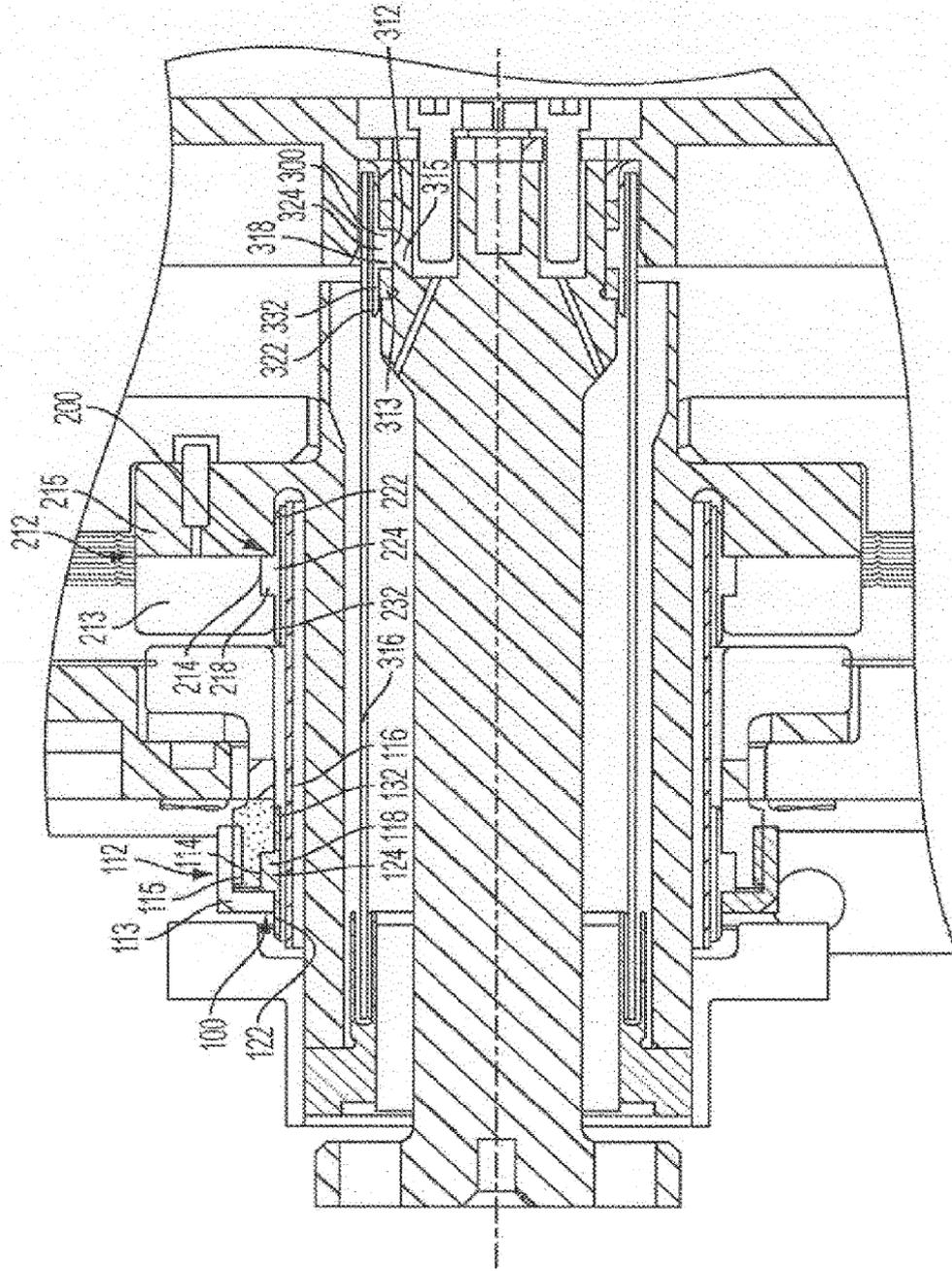


FIG. 7

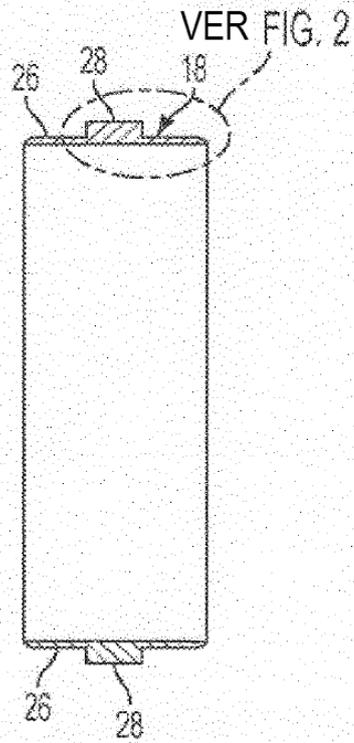


FIG. 8

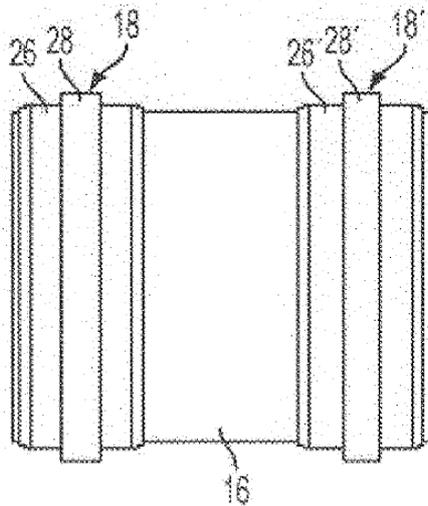


FIG. 9

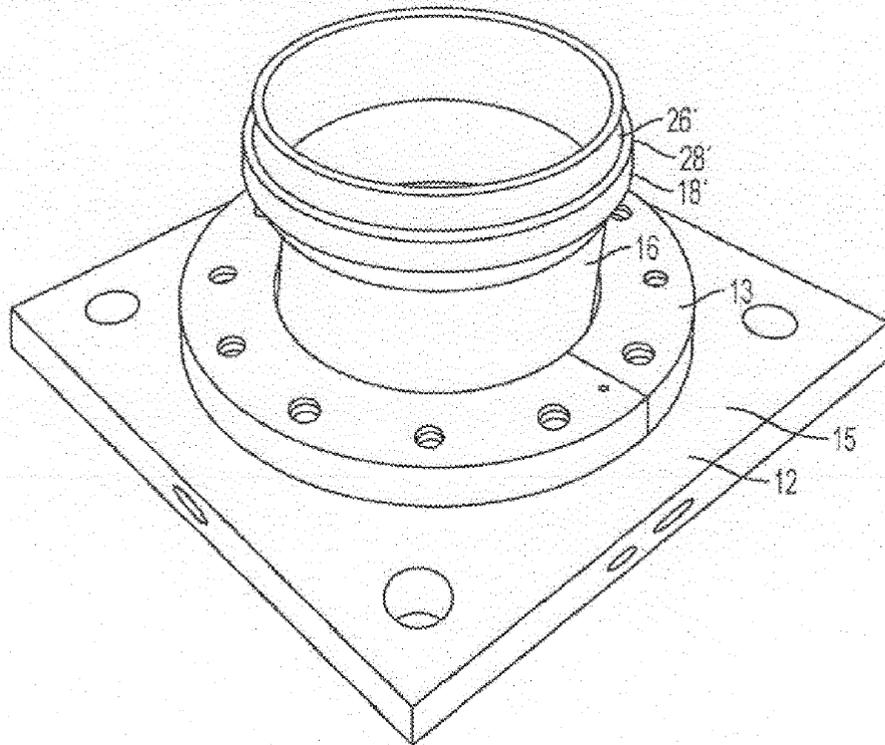


FIG. 10

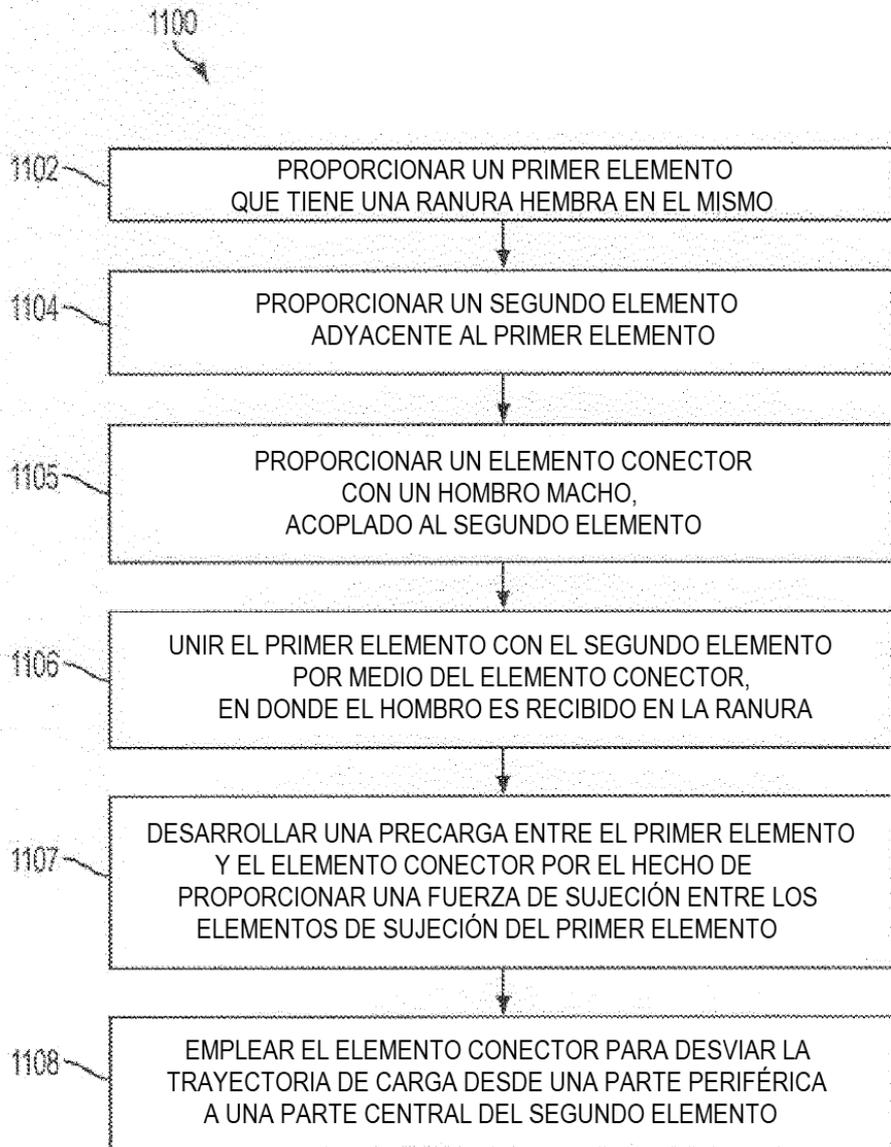


FIG. 11