

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 006**

51 Int. Cl.:

C22F 1/04 (2006.01)

C22F 1/18 (2006.01)

B21K 1/58 (2006.01)

B21K 1/62 (2006.01)

B23K 20/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03726582 .4**

96 Fecha de presentación: **01.05.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1504133**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.02.2005**

54 Título: **MÉTODO DE FABRICACIÓN DE REMACHES QUE TIENEN UNA GRAN RESISTENCIA Y CONFORMABILIDAD.**

30 Prioridad:
14.05.2002 US 145342

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.11.2011

73 Titular/es:
**THE BOEING COMPANY
P.O. BOX 3707, M.S. 11-XT SEATTLE,
WASHINGTON 98124-2207, US**

72 Inventor/es:
**LITWINSKI, Edward y
TOOSKY, Rahmatollah, F.**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 369 006 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de fabricación de remaches que tienen una gran resistencia y conformabilidad.

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a remaches y, más particularmente, se refiere a un método de fabricación de remaches que tienen una gran resistencia y conformabilidad.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Comúnmente se conforman conjuntos estructurales uniendo dos o más miembros estructurales usando sujetadores, tales como remaches. En la industria aeroespacial, en donde el peso y la resistencia son preocupaciones críticas, las juntas de conjuntos estructurales se someten típicamente a ciclos repetidos de esfuerzos de cizalladura, compresión y tracción durante la vida del conjunto. Como resultado, los remaches deben tener una buena fortaleza mecánica y resistencia a la fatiga sin afectar desfavorablemente al peso total de los conjuntos estructurales. Además, debido a que los conjuntos estructurales pueden exponerse al medioambiente, incluyendo exposición a humedad y fluctuaciones de temperatura, deben fijarse las juntas con remaches que tengan una buena resistencia a la corrosión y una buena resistencia a esfuerzos térmicos. Para abordar los requisitos por resistencia y peso, típicamente los remaches convencionales se forman de materiales que tienen unas altas relaciones por resistencia a peso, tal como aluminio y aleaciones de aluminio que se han endurecido mediante trabajo en frío o endurecimiento por precipitación. Ventajosamente, están disponibles una serie de aleaciones de aluminio de alta resistencia que son ligeras y que también tienen una resistencia relativamente alta a la fatiga y a la corrosión. Desafortunadamente, cuando están en la condición endurecida, las aleaciones de aluminio de alta resistencia tienden a carecer de la conformabilidad que es necesaria durante la fabricación e instalaciones de los remaches, lo cual puede dar como resultado un fallo por estricción, agrietamiento o fractura.

25 Buscando solucionar los problemas asociados con una conformabilidad pobre, se han propuesto modificaciones al proceso de fabricación para la formación de los remaches. Una modificación de esta clase incluye formar los remaches a partir de una aleación de aluminio que esté en una condición blanda y, posteriormente, tratar térmicamente el remache, tal como por endurecimiento por precipitación, para endurecer así el remache antes de su instalación y uso. El aumento de la conformabilidad de las aleaciones de aluminio en un estado blando reduce la probabilidad de que el remache falle como resultado de estricción, agrietamiento o fractura durante la fabricación. Sin embargo, el tratamiento térmico reduce la conformabilidad de los remaches lo que, como se indicó anteriormente, puede dar como resultado fallos durante la instalación. El tratamiento térmico también añade una etapa adicional durante la fabricación, lo cual aumenta los costes de fabricación de los remaches y de los conjuntos estructurales resultantes.

35 El documento WO 00/27959 describe un método para formar en frío remaches de aluminio a fin de proporcionar un trabajo en frío más uniforme en la unión de la caña con la región estrechada.

40 El documento EP 1162283 describe un método para reforzar selectivamente miembros estructurales mediante un procesamiento de agitación por fricción. Los miembros estructurales son entonces fijados entre sí con unos sujetadores roscados ordinarios.

45 En consecuencia, existe una necesidad de un método mejorado para fabricar remaches. El método deberá proporcionar remaches que tengan un alta conformabilidad para reducir la probabilidad de estricción, agrietamiento o fractura durante la fabricación e instalación de los remaches. El método también deberá ser rentable con la finalidad de no afectar desfavorablemente al coste de fabricación de los remaches y de los conjuntos estructurales resultantes. Además, los remaches deberán ser capaces de formarse a partir de materiales que tengan unas altas relaciones por resistencia a peso y que muestren una alta resistencia a la fatiga y corrosión, así como resistencia a esfuerzos térmicos.

50 SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención proporciona un método de fabricación de remaches. Según una realización de la presente invención, el método incluye proporcionar una pieza de trabajo que define al menos una región que tiene una estructura de grano refinada, con un tamaño de grano menor de aproximadamente 5 micras. En una realización, el paso de disponer incluye determinar las dimensiones del remache, seleccionando la pieza de trabajo basándose en las dimensiones del remache, y posteriormente soldar por agitación una porción de la pieza de trabajo para formar la al menos una región que tiene una estructura de grano refinada. En otra realización, el paso de proporcionar incluye insertar una sonda de soldadura de agitación por fricción giratoria dentro de la pieza de trabajo para formar la al menos una región que tiene una estructura de grano refinada. La sonda de soldadura de agitación por fricción giratoria puede moverse a través de la pieza de trabajo a lo largo de una trayectoria predeterminada para formar una región alargada que tiene una estructura de grano refinada. Se retira entonces una pieza bruta de la al menos una región de la pieza de trabajo que tenga una estructura de grano refinada. En una realización, el paso de retirar incluye punzonar la pieza bruta en la al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano refinada. La pieza bruta se transforma entonces en un remache. En una realización, la pieza de trabajo se mecaniza antes del paso de formación para retirar al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano sin refinar. En otra realización, el paso de formación incluye extruir la pieza de trabajo mediante una matriz. En aún otra realización, el paso de formación incluye estampar la pieza bruta con un punzón. En aún otra realización, se repiten los pasos de retirada y formación.

Según otra realización de la presente invención, el método de fabricar remaches incluye proporcionar una pieza de trabajo. Se forma entonces en la pieza de trabajo al menos una región que tiene una estructura de grano refinada. En una realización, la al menos una región se forma insertando una sonda de soldadura de agitación por fricción giratoria dentro de la pieza de trabajo. La sonda de soldadura de agitación por fricción giratoria puede moverse a lo largo de una trayectoria predeterminada para formar una región alargada que tiene una estructura de grano refinada. Después del primer paso de formación, se forma un remache a partir de la al menos una región que tiene una estructura de grano refinada. En una realización, el segundo paso de formación incluye retirar una pieza bruta de la al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano refinada y transformar la pieza bruta en un remache. El paso de retirar puede incluir punzonar la pieza bruta en la al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano refinada. En otra realización, la pieza bruta se transforma en un remache extruyendo la pieza bruta mediante una matriz. En otra realización, la pieza de trabajo se transforma en un remacha estampando la pieza bruta con un punzón. En aún otra realización, el método incluye mecanizar la pieza de trabajo antes del paso de formación del remache para retirar al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano sin refinar. En otra realización, el método incluye repetir el segundo paso de formación.

La presente invención también proporciona un remache que tiene una conformabilidad mejorada. El remache incluye una caña que tiene una cabeza en un extremo de la misma. La caña y la cabeza comprenden sustancialmente una estructura de grano que tiene un tamaño de grano menor de 5 micras. En una realización, la caña y la cabeza comprenden aluminio, una aleación de aluminio, titanio o una aleación de titanio. En otra realización, el extremo de la caña opuesto a la cabeza está adaptado para ser recalcado con el fin de formar una segunda cabeza.

La presente invención también proporciona un conjunto estructural que incluye un primer miembro estructural y un segundo miembro estructural posicionado junto al primer miembro estructural para definir así entre ellos una interfaz. El conjunto estructural incluye al menos un remache que une al menos parcialmente los miembros estructurales primero y segundo a lo largo de la interfaz. El remache comprende sustancialmente una estructura de grano refinada que tiene un tamaño de grano menor de 5 micras. El primer miembro estructural y el segundo miembro estructural pueden comprender los mismos o diferentes materiales. En una realización, los miembros estructurales primero y segundo comprenden aluminio, una aleación de aluminio, titanio o una aleación de titanio. En otra realización, los remaches comprenden aluminio, una aleación de aluminio, titanio o una aleación de titanio. En aún otra realización, el conjunto estructural incluye una junta de soldadura alargada que une al menos parcialmente los miembros estructurales primero y segundo a lo largo de la interfaz. En una realización, la junta de soldadura alargada consume al menos parcialmente en al menos uno de los al menos un remache. En otra realización, la junta de soldadura alargada es una junta de soldadura por arco, una junta de soldadura por resistencia, una junta de soldadura por gas o una junta de soldadura de agitación por fricción.

En consecuencia, se han proporcionado un remacha que tiene una conformabilidad mejorada y un método asociado para fabricar la misma. El método de fabricación permite una fabricación rentable de remaches para formar conjuntos estructurales, incluyendo conjuntos estructurales para aplicaciones aeroespaciales. Los remachas han mejorado la conformabilidad para reducir el estiramiento, agrietamiento o fractura durante la fabricación e instalación de los remaches. Además, los remaches son capaces de formarse a partir de materiales que tienen altas relaciones resistencia a peso y que muestran una alta resistencia a la fatiga y a la corrosión, así como resistencia a esfuerzos térmicos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las anteriores y otras ventajas y características de la invención, y la manera según la cual se logran las mismas, serán más fácilmente evidentes tras la consideración de la siguiente descripción detallada de la invención tomada en unión de los dibujos anexos, que ilustran realizaciones preferidas y ejemplares, y que no están dibujados necesariamente a escala, y en los que:

- La figura 1 es una vista en alzado que ilustra un conjunto estructural que incluye unos miembros primero y segundo unidos por remaches, según una realización de la presente invención;
- La figura 2 es una vista en planta que ilustra el conjunto estructural de la figura 1;
- La figura 3 es una vista en alzado que ilustra un remache, según una realización de la presente invención;
- La figura 4 es una vista en planta que ilustra el remache de la figura 3;
- La figura 5 es una vista en alzado que ilustra un remache después de haber recalcado el extremo del remache, según una realización de la presente invención,
- La figura 6 es una vista en perspectiva que ilustra una sonda de soldadura de agitación por fricción usada para soldar por agitación con fricción una pieza de trabajo con el fin de formar una región que tenga una estructura de grano refinada, según una realización de la presente invención;
- La figura 7 es una vista en perspectiva que ilustra una pieza de trabajo que tiene una estructura de grano refinada, según una realización de la presente invención;
- La figura 8 es una vista en perspectiva que ilustra una pieza bruta, en la que al menos una parte de la misma tiene una estructura de grano refinada, según una realización de la presente invención;
- La figura 9 es una fotografía en blanco y negro que ilustra la estructura de grano de un remache formado por una aleación de aluminio AA 2017-T4 con un aumento aproximado de 100 veces, según se conoce por la técnica anterior;

La figura 10 es una fotografía en blanco y negro que ilustra la estructura de grano de un remache formado por una aleación de aluminio AA 2017-T4 con un aumento aproximado de 500 veces, según se conoce por la técnica anterior;

La figura 11 es una fotografía en blanco y negro que ilustra la estructura de grano de un remache formado por una aleación de aluminio AA 2195-T6 con un aumento aproximado de 100 veces, según una realización de la presente invención;

La figura 12 es una fotografía en blanco y negro que ilustra la estructura de grano de un remache formado por una aleación de aluminio AA 2195-T6 con un aumento aproximado de 500 veces, según una realización de la presente invención;

La figura 13 es una vista en alzado que ilustra un par de miembros estructurales que están posicionados para unirse y que definen una abertura para recibir un remache, según una realización de la presente invención;

La figura 14 es una vista en alzado que ilustra un remache insertado dentro de la abertura definida por los miembros estructurales de la figura 13, según una realización de la presente invención;

La figura 15 es una vista en alzado que ilustra el remache de la figura 14 posicionado en una prensa, según una realización de la presente invención;

La figura 16 es una vista en alzado que ilustra el extremo del remache de la figura 15 recalcado parcialmente por la prensa, según una realización de la presente invención;

La figura 17 es una vista en alzado que ilustra el extremo del remache de la figura 16 recalcado aún más por la prensa, según una realización de la presente invención;

La figura 18 es una vista en alzado que ilustra un conjunto estructural formado por la unión de los miembros estructurales usando el remache de la figura 17, según una realización de la presente invención;

La figura 19 es una vista en planta que ilustra un conjunto estructural unido por una junta de soldadura alargada que consume al menos parcialmente al menos uno de los remaches, según una realización de la presente invención;

La figura 20 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos para fabricar remaches, según una realización de la presente invención; y

La figura 21 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos de fabricación de remaches según otra realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se describirá ahora más completamente a continuación con referencia a los dibujos anexos, en los que se muestran algunas realizaciones de la invención, pero no todas. Efectivamente, esta invención puede materializarse de muchas formas diferentes y no deberá interpretarse como limitada a las realizaciones aquí expuestas; por el contrario, estas realizaciones se proporcionan de modo que esta descripción sea minuciosa y completa, y dé a conocer totalmente el alcance de la invención a los versados en la técnica. Los números iguales hacen referencia en todo el documento a elementos iguales.

Haciendo referencia ahora a los dibujos y, en particular, a las figuras 1 y 2, se ilustra un conjunto estructural 1, según una realización de la presente invención. El conjunto estructural 1 incluye un primer miembro estructural 2 y un segundo miembro estructural 3 posicionado junto al primer miembro estructural 2 con el fin de definir un interfaz 6 entre ellos. El conjunto estructural 1 incluye uno o más remaches 4 que unen en conjunto a los miembros estructurales primero y segundo 2 y 3. El conjunto estructural 1 también define unas aberturas 5, que se extienden a través de los miembros estructurales primero y segundo 2, 3 y que están estructuradas para recibir un remache correspondiente 4. Aunque se ilustran dos miembros estructurales, el número de miembros estructurales que pueden unirse uno con otro según la presente invención no está limitado a dos, sino que puede incluir un miembro estructural, o tres o más miembros estructurales. Por ejemplo, según una realización (no mostrada), los extremos de un solo miembro estructural pueden unirse uno con otro.

Cada miembro estructural 2, 3 puede ser mecanizado, con medios de fabricación conocidos, a partir de una sola pieza de trabajo según una forma y un grosor predeterminados, según se requiera por las cargas y características de diseño específicas del conjunto estructural resultante 1. Por ejemplo, una máquina fresadora CNC puede usarse para mecanizar cada miembro estructural 2, 3, según sea necesario. Los miembros estructurales 2, 3 pueden fabricarse según una variedad de configuraciones, incluyendo, con fines únicamente ejemplares y no limitativos, placas, bloques, miembros tubulares y miembros curvilíneos. Similarmente, los miembros estructurales 2, 3 pueden formarse de una variedad de materiales, según se requiera por las cargas y características de diseño específicas del conjunto estructural resultante 1. Los miembros estructurales 2, 3 se forman preferiblemente de materiales que tengan unas altas relaciones por resistencia a peso, incluyendo, con fines únicamente ejemplares y no limitativos, aluminio, aleaciones de aluminio, titanio, aleaciones de titanio o aleaciones de acero. Según se ilustra en la figura 13, los miembros estructurales 2, 3 se mecanizan previamente usando métodos de fabricación conocidos, tales como taladrado o punzonado, para formar las aberturas 5, cada una de las cuales está estructurada para recibir un remache correspondiente 4. Las dimensiones y configuración de cada abertura 5 están basadas en las dimensiones y configuración del remache correspondiente 4.

Haciendo referencia a las figuras 3-5, cada remache 4 tiene una cabeza 11 y una caña 10 que se extiende desde la misma. Según se ilustra en la figura 14, la caña 10 de cada remache 4 está estructurada para extenderse a través de las aberturas correspondientes 5 definidas por los miembros estructurales primero y segundo 2, 3. La cabeza 11 del remache 4 tiene un diámetro que es mayor que la abertura 5 del primer miembro estructural 2 a través del cual se

extiende la caña 10. El extremo 14 de la caña 10, opuesto a la cabeza 11, está estructurado para insertarse a través de las aberturas correspondientes 5 definidas por los miembros estructurales primero y segundo 2, 3 y define una cavidad 13 estructurada para ser recalada con el fin de formar una segunda cabeza 12, según se ilustra en las figuras 5 y 18, para unir uno con otro así, al menos parcialmente, los miembros estructurales primero y segundo. El número de remaches 4 usados para unir los miembros estructurales dependerá de las cargas y especificaciones de diseño particulares del conjunto estructural 1. Para conjuntos estructurales 1 que tengan tres o más miembros estructurales, cada remache 4 puede unir dos o más miembros estructurales.

Los remaches 4 se forman de un metal o aleación metálica de tal manera que los remaches tengan una estructura de grano refinada, y preferiblemente una estructura de grano refinada con un tamaño de grano de menos de aproximadamente 0,0002 pulgadas (aproximadamente 5 micras). Más preferiblemente, los remaches 4 se forman de un metal o aleación metálica de tal manera que los remaches consistan esencialmente en, según una realización, o comprendan sustancialmente, según otra realización, una estructura de grano refinada con un tamaño de grano que oscile en un orden de magnitud desde aproximadamente 0,0001 hasta aproximadamente 0,0002 pulgadas (aproximadamente de 3 a 5 micras) y que tenga una forma equiáxica. Según se ilustra en la figura 6, la estructura de grano refinada se forma mezclando o agitando al menos una porción de una pieza de trabajo 20 con una sonda 19 de soldadura de agitación por fricción giratoria no consumible. La pieza de trabajo 20 puede ser una pieza de materia prima, que se selecciona basándose en el número y dimensiones de los remaches 4 que se han de formar a partir de la pieza de trabajo 20 y basándose en los requisitos de propiedades del material de los remaches. Los remaches 4 y, por tanto, la pieza de trabajo 20 pueden formarse a partir de una variedad de materiales, según se requiera por las cargas de diseño específicas, las condiciones ambientales y las especificaciones del conjunto estructural resultante 1.

Para efectuar el mezclado de la pieza de trabajo 20, ésta se afija en primer lugar a una mesa de trabajo de una máquina de soldadura de agitación por fricción por medio de una pinza convencional (no mostrada). La sonda 19 de soldadura de agitación por fricción se fija a un husillo giratorio 18 de la máquina de soldadura de agitación por fricción. La máquina de soldadura de agitación por fricción puede incluir un dispositivo tal como una máquina taladradora o fresadora (no mostrada) que haga girar el husillo 18 para hacer girar así la sonda 19, por ejemplo en la dirección indicada por la flecha 24. El husillo giratorio 18 está adaptado preferiblemente para mover la sonda 19 en paralelo a la superficie de la pieza de trabajo 20, por ejemplo en la dirección indicada por la flecha 25. A medida que la sonda 19 de soldadura de agitación por fricción es forzada a través de la superficie exterior de la pieza de trabajo 20, se genera fricción entre la sonda 19 y la pieza de trabajo 20. Se puede taladrar previamente o terrajar una abertura a través de la superficie exterior de la pieza de trabajo 20 para recibir la sonda giratoria 19, pero preferiblemente la sonda giratoria 19 es empujada directamente hacia la superficie exterior de la pieza de trabajo. La fricción genera suficiente energía térmica para plastificar las porciones de la pieza de trabajo 20 cercanas a la sonda 19. Más específicamente, una vez insertada dentro de la pieza de trabajo 20, la sonda giratoria 19 imparte un mezclado bajo el resalto 19a de la sonda 19 por una acción de cizalladura paralela a la superficie exterior de la pieza de trabajo 20. La sonda giratoria 19 también imparte un mezclado alrededor de la porción roscada de la sonda 19 paralela al eje de la sonda. Véase la patente norteamericana número 5.460.317 de Thomas y otros para una discusión general de la soldadura de agitación por fricción, cuyo contenido completo se incorpora aquí por referencia. La sonda 19 puede moverse aleatoriamente a través de toda la pieza de trabajo 20 o a lo largo de una trayectoria predeterminada que se elija con el fin de soldar por agitación con fricción o mezclar una cierta región o regiones 21 de la pieza de trabajo 20. Tras el enfriamiento, la región o regiones 21 de la pieza de trabajo 20 que fueron mezcladas por la sonda giratoria 19 tienen una estructura de grano refinada con una resistencia, una tenacidad, ductibilidad, resistencia a la fatiga y resistencia a la corrosión mejoradas, de modo que el material resistirá la formación y propagación de grietas. Por tanto, se forma en la pieza de trabajo 20 al menos una región 21 de la pieza de trabajo 20 que tiene una estructura de grano refinada.

Según se expuso anteriormente, la sonda giratoria 19 puede usarse para soldar por agitación con fricción o mezclar una cierta región o regiones 21 de la pieza de trabajo 20, o en otra realización (no mostrada), la sonda giratoria 19 puede usarse para soldar por agitación con fricción o mezclar toda o sustancialmente toda la pieza de trabajo 20. Por ejemplo, el cesionario de la presente solicitud ha desarrollado métodos y aparatos para refinar la estructura de grano de una pieza de trabajo, según se describe en la solicitud norteamericana comúnmente poseída titulada "Método y Aparato Para Producir una Estructura de Grano Refinada", presentada concurrentemente con el presente documento y cuyo contenido completo se incorpora aquí por referencia.

Según se ilustra en las figuras 7 y 8, la región o regiones 22 de la pieza de trabajo 20 que tienen una estructura de grano sin refinar pueden retirarse de la pieza de trabajo 20, por ejemplo mecanizando la pieza de trabajo 20, para formar así una pieza bruta 23 que comprende sustancialmente la región o regiones 21 de la pieza de trabajo 20 que tienen una estructura de grano refinada. La pieza bruta 23 también puede formarse punzonando la pieza bruta en la región o regiones 21 de la pieza de trabajo 20 que tienen una estructura de grano refinada. Los remaches 4 puede estamparse, punzonarse, extruirse o fresarse en la pieza de trabajo 20 o pieza bruta 23, como se conoce en la técnica. Por ejemplo, los remaches 4 pueden formarse extruyendo la pieza bruta 23 a través de una matriz o estampando la pieza bruta 23 con un punzón. Una pieza bruta 23 se usa preferiblemente para formar una pluralidad de remaches 4 de modo que los remaches 4 puedan fabricarse rentablemente.

Haciendo referencia a las figuras 11 y 12, se ilustra con un aumento de 100 veces y 500 veces, respectivamente, la estructura de grano refinada de los remaches 4 formados según la presente invención a partir de una aleación de

aluminio AA 2195-T6. Por el contrario, las figuras 9 y 10 ilustran la estructura de grano de remaches convencionales formados de una aleación de aluminio AA 2017-t4 con un aumento de 100 veces y 500 veces, respectivamente. De manera ventajosa, los remaches 4 formados según la presente invención tienen una estructura de grano refinada que resiste la formación y propagación de grietas y, por tanto, tienen una conformabilidad mejorada con el fin de resistir estricción, agrietamiento o fractura durante la fabricación e instalación. Aunque no se pretende ligarse a ninguna teoría en particular, se cree que la estructura de grano refinada o el material de grano fino a partir del cual se forman los remaches 4 según la presente invención es más formable que la estructura de grano sin refinar o el material de grano grueso usado para formar remaches convencionales, dado que el primero tiene una área límite de grano total mayor para impedir un movimiento de dislocación. Esto es contrario a la relación convencional entre tamaño de grano y conformabilidad que resulta del trabajo en frío, es decir, el trabajo en frío aumenta la resistencia y refina el tamaño de grano, pero disminuye la conformabilidad.

Haciendo referencia a las figuras 13-18, el conjunto estructural 1 se construye posicionando el primer miembro estructural 2 con relación al segundo miembros estructural 3 de tal manera que los miembros estructurales 2, 3 definen entre ellos un interfaz 6. Una abertura o aberturas 5, según se ilustra en la figura 13, se forman en los miembros estructurales 2, 3, por ejemplo por taladrado. Las aberturas 5 pueden formarse antes o después de posicionar los miembros estructurales 2, 3 uno con relación a otro. El número de aberturas 5 formadas en los miembros estructurales 2, 3 depende del número de remaches 4 que se usarán para unir los miembros estructurales 2, 3. Según se ilustra en la figura 14, la caña 10 de cada remache 4 se inserta dentro y a través de las aberturas correspondientes 5 definidas por los miembros estructurales primero y segundo 2, 3 de modo que el extremo 14 de la caña 10 que define la cavidad 13 se extienda desde la abertura del segundo miembros estructural 3.

El extremo 14 de la caña 10 que define la cavidad 13 se deforma en un proceso conocido como "recalcado". En un método de recalcado, el extremo 14 de la caña 10 se deforma aplicando una fuerza de compresión a la caña 10. Por ejemplo, según se ilustra por las flechas 16a, b en las figuras 15- 18, una prensa 15 puede usarse para aplicar una fuerza de compresión al extremo 14 de la caña 10 y la cabeza 11 del remache 4. Según se muestra en las figuras 16 y 17, las fuerzas aplicadas por la prensa 15 comprimen y deforman o "recalcan" el extremo 14 de la caña 10 y la cavidad 13 definida en ella. La deformación del extremo 14 de la caña 10 hace que el extremo 14 aumente de diámetro y forme una segunda cabeza 12, según se ilustra en la figura 18. El diámetro de la segunda cabeza 12 es mayor que el diámetro de la abertura correspondiente 5 del segundo miembro estructural 3 de modo que el remache 4 una los miembros estructurales primero y segundo 2, 3, formando así el conjunto estructural 1. En otras realizaciones (no mostradas), pueden usarse otros métodos y dispositivos para recalcar el extremo 14 de la caña 10 del remacha 4. Por ejemplo, el remache 4 puede instalarse usando una pistola de remachar convencional (no mostrada).

Además de las otras ventajas antes expuestas, los remaches 4 de la presente invención también son compatibles con otros métodos conocidos de unir miembros estructurales 2, 3. Por ejemplo, según se muestra en la figura 19, una junta de soldadura alargada 25 puede formarse para unir, al menos parcialmente, los miembros estructurales 2, 3 con el fin de formar el conjunto estructural 1. La junta de soldadura 25 puede formarse por diversos métodos, incluyendo soldadura por arco, soldadura por resistencia, soldadura por gas y soldadura por fricción. Según se muestra en la figura 19, la junta de soldadura alargada 25 puede consumir uno o más de los remaches 4.

Cuando la junta de soldadura alargada 25 comprende una junta de soldadura de agitación por fricción, los miembros estructurales 2, 3 pueden formarse de metales similares o diferentes. Ventajosamente, dado que los miembros estructurales 2, 3 se unen mediante soldadura de agitación por fricción y remaches 4, los miembros estructurales 2, 3 pueden formarse de metales diferentes que no podrían soldarse o que serían antieconómicos de unir mediante técnicas de soldadura por fusión convencionales. Los materiales insoldables, cuando se unen mediante técnicas de soldadura por fusión convencionales, producen juntas de soldadura relativamente débiles que tienden a agrietarse durante la solidificación de la soldadura. Tales materiales incluyen aluminio y algunas aleaciones de aluminio, particularmente aleaciones AA de las series 2000 y 7000. El uso de soldadura de agitación por fricción y remaches 4 permite que los miembros estructurales 2, 3 formados por materiales insoldables sean unidos firmemente. La soldadura de agitación por fricción y los remaches 4 también pueden usarse para fijar firmemente materiales soldables con otros materiales soldables e insoldables. Por ejemplo, uno o ambos miembros estructurales 2, 3 pueden formarse de aluminio, aleaciones de aluminio, titanio o aleaciones de titanio. De este modo, según esta realización de la presente invención, los materiales que forman los miembros estructurales 2, 3 pueden seleccionarse de una variedad más amplia de metales y aleaciones de alta resistencia y peso ligero, facilitando así la reducción del peso total del conjunto estructural resultante 1, lo que es de importancia crítica en la industria aeroespacial.

Haciendo referencia ahora a la figura 20, se ilustran las operaciones realizadas para fabricar remaches, según una realización de la presente invención. El método incluye proporcionar una pieza de trabajo que define al menos una región que tiene una estructura de grano refinada. Véase bloque 30. En una realización, el paso de proporcionar incluye determinar las dimensiones del remache, seleccionar una pieza de trabajo basándose en las dimensiones del remache y soldar por agitación con fricción una porción de la pieza de trabajo para formar la al menos una región que tiene una estructura de grano refinada. Véanse los bloques 31, 32 y 33. En otra realización, el paso de proporcionar incluye insertar una sonda de soldadura de agitación por fricción giratoria en la pieza de trabajo para formar la al menos una región que tiene una estructura de grano refinada. Véase bloque 34. La sonda de soldadura de agitación por fricción giratoria puede moverse a través de la pieza de trabajo a lo largo de una trayectoria predeterminada. Véase bloque 35. El método

5 incluye retirar una pieza bruta de la al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano refinada. Véase bloque 36. En una realización, la pieza de trabajo se mecaniza para retirar al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano sin refinar. Véase bloque 37. En otra realización, la pieza bruta es punzonada desde al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano refinada. Véase bloque 38. La pieza bruta se transforma entonces en un remache. Véase bloque 39. En una realización, el paso de formación incluye extruir la pieza bruta a través de una matriz. Véase bloque 40. En otra realización, el paso de formación incluye estampar la pieza bruta con un punzón. Véase bloque 41. En aún otra realización, los pasos de retirada y formación se repiten para formar remaches adicionales. Véase bloque 42.

10 Haciendo referencia ahora a la figura 21, se ilustran las operaciones realizadas para fabricar remaches, según otra realización de la presente invención. El método incluye proporcionar una pieza de trabajo. Véase bloque 50. Se forma en la pieza de trabajo al menos una región que tiene una estructura de grano refinada. Véase bloque 51. En una realización, el paso de formación incluye insertar una sonda de soldadura de agitación por fricción giratoria en la pieza de trabajo. Véase bloque 52. El método también puede incluir mover la sonda de soldadura de agitación por fricción giratoria a lo largo de una trayectoria predeterminada. Véase bloque 53. En otra realización, la pieza de trabajo se mecaniza para retirar al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano sin refinar. Véase bloque 54. Se forma un remache a partir de la al menos una región que tiene una estructura de grano refinada. Véase bloque 55. En una realización, el paso de formación del remache incluye retirar una pieza bruta de la al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano refinada. Véase bloque 56. El paso de retirar puede comprender punzonar la pieza bruta en la al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano refinada. Véase bloque 57. La pieza bruta se transforma entonces en un remache. Véase bloque 58. En una realización, el remache se forma extruyendo la pieza bruta a través de una matriz. Véase bloque 59. En otra realización, el remache se forma estampando la pieza bruta con un punzón. Véase bloque 60. La formación del remache puede repetirse entonces para formar remaches adicionales. Véase bloque 61.

25 Ventrán a la mente de los versados en la técnica a la cual pertenece esta invención muchas modificaciones y otras realizaciones de la invención que tengan el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados. Por tanto, se ha de entender que la invención no debe limitarse a las realizaciones específicas descritas y que se pretende incluir modificaciones y otras realizaciones dentro del alcance de las reivindicaciones anexas. Aunque en el presente documento se emplean términos específicos, éstos se usan únicamente en un sentido genérico y descriptivo y no con fines limitativos.

30

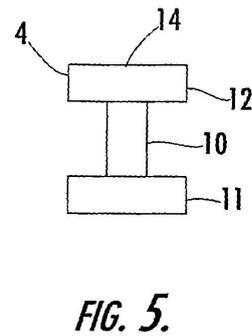
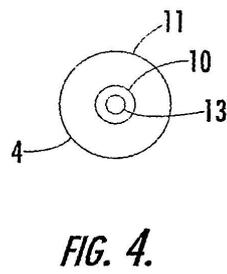
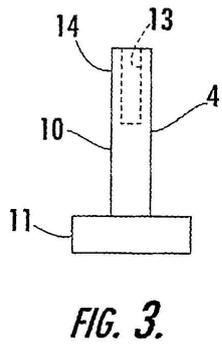
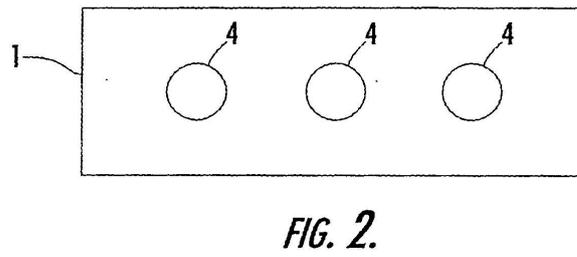
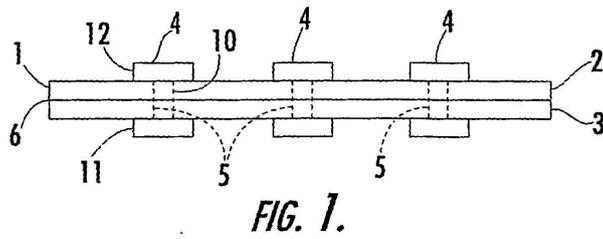
REIVINDICACIONES

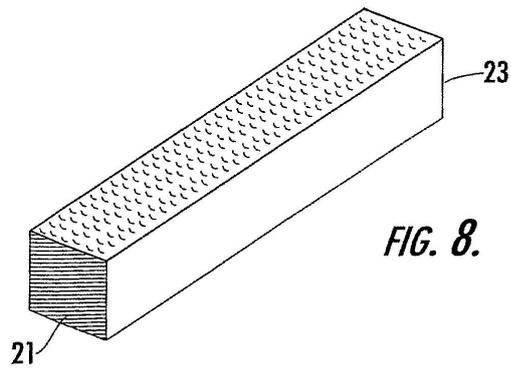
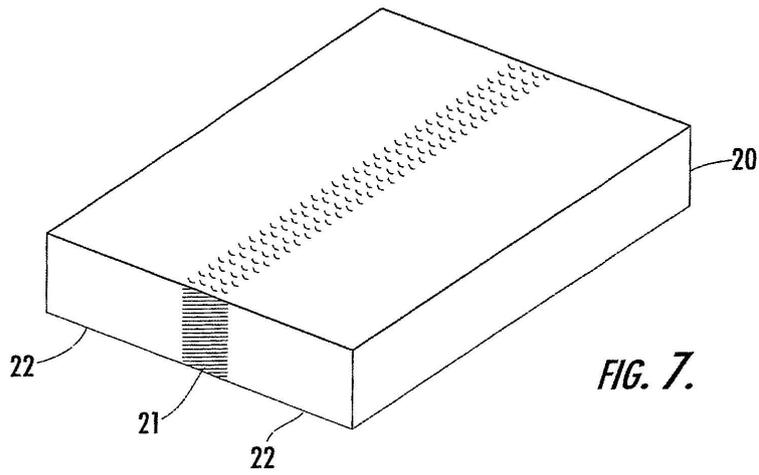
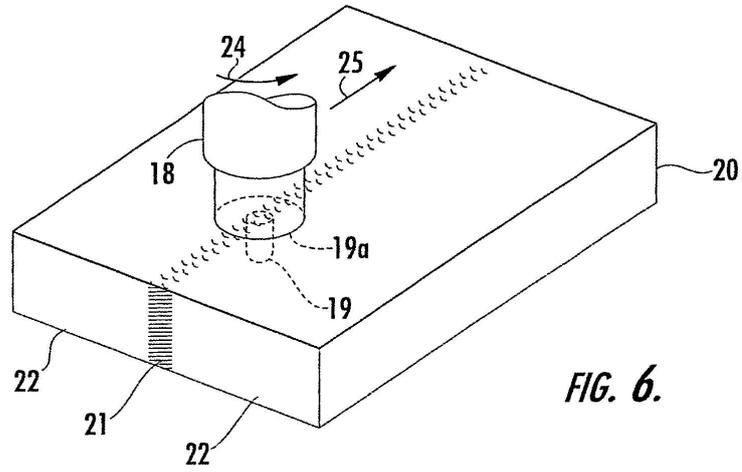
- 5 1.- Un método de fabricación de remaches que comprende: proporcionar una pieza de trabajo; formar en la pieza de trabajo al menos una región que tiene una estructura de grano refinada con un tamaño de grano menor de aproximadamente 5 micras, en donde dicho primer paso de formación comprende insertar una sonda de soldadura de agitación por fricción giratoria dentro de la pieza de trabajo; y en un segundo paso subsiguiente a dicho primer paso de formación, formar un remache a partir de la al menos una región que tiene una estructura de grano refinada con un tamaño de grano menor de aproximadamente 5 micras.
- 10 2.- Un método según la reivindicación 1, que además comprende mover la sonda de soldadura de agitación por fricción giratoria a lo largo de una trayectoria predeterminada.
- 15 3.- Un método según la reivindicación 1, en el que dicho segundo paso de formación comprende: retirar un pieza bruta de la al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano refinada; y transformar la pieza bruta en una remache.
- 20 4.- Un método según la reivindicación 3, en el que dicho paso de retirada comprende punzonar la pieza bruta en la al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano refinada.
- 25 5.- Un método según la reivindicación 3, en el que dicho tercer paso de formación comprende extruir la pieza bruta a través de una matriz.
- 6.- Un método según la reivindicación 3, en el que dicho tercer paso de formación comprende estampar la pieza bruta con un punzón.
- 7.- Un método según la reivindicación 1, que además comprende mecanizar la pieza de trabajo antes de dicho segundo paso de formación para retirar al menos una región de la pieza de trabajo que tiene una estructura de grano sin refinar.
- 30 8.- Un método según la reivindicación 1, que además comprende repetir dicho segundo paso de formación.
- 9.- Un método según la reivindicación 3, que además comprende repetir dicho segundo paso de retirada y dicho segundo paso de formación.
- 35 10.- Un remache que comprende: un caña que tiene un cabeza en un extremo de la misma; y en el que dicha caña y dicha cabeza comprenden sustancialmente una estructura de grano que tiene un tamaño de grano menor de aproximadamente 5 micras.
- 40 11.- Un remache según la reivindicación 10, en el que dicha caña y dicha cabeza comprenden un material seleccionado del grupo que consta de aluminio, una aleación de aluminio, titanio y una aleación de titanio.
- 45 12.- Un remache según la reivindicación 10, en el que el extremo de dicha caña opuesto a dicha cabeza está destinado a ser recalada para formar una segunda cabeza.
- 50 13.- Un conjunto estructural que comprende: un primer miembro estructural; un segundo miembro estructural posicionado adyacente a dicho primer miembro estructural para definir así entre ellos una interfaz; y al menos un remache que une, al menos parcialmente, dichos miembros estructurales primero y segundo a lo largo de dicha interfaz, y en el que dicho al menos un remache comprende sustancialmente una estructura de grano refinada que tiene un tamaño de grano menor de aproximadamente 5 micras, y en el que dicho al menos un remache se forma a partir de una pieza de trabajo que tiene al menos una región de la estructura de grano refinada.
- 55 14.- Un conjunto estructural según la reivindicación 13, en el que dicho primer miembro estructural y dicho segundo miembro estructural comprenden materiales diferentes.
- 15.- Un conjunto estructural según la reivindicación 13, en el que dichos miembros estructurales primero y segundo comprenden el mismo material.
- 60 16.- Un conjunto estructural según la reivindicación 13, en el que dicho al menos un remache comprende un material seleccionado del grupo que consta de aluminio, una aleación de aluminio, titanio y una aleación de titanio.
- 65 17.- Un conjunto estructural según la reivindicación 13, en el que al menos uno de dichos miembros estructurales primero y segundo comprende un material seleccionado del grupo que consta de aluminio, una aleación de aluminio, titanio y una aleación de titanio.
- 18.- Un conjunto estructural según la reivindicación 13 que además comprende una junta de soldadura alargada que une dichos miembros estructurales primero y segundo al menos parcialmente a lo largo de dicha interfaz.

ES 2 369 006 T3

19.- Un conjunto estructural según la reivindicación 18, en el que dicha junta de soldadura alargada consume, al menos parcialmente, al menos uno de dichos al menos un remache.

5 20.- Un conjunto estructural según la reivindicación 18, en el que dicha junta de soldadura alargada comprende una junta de soldadura seleccionada del grupo que consta de una junta de soldadura por arco, una junta de soldadura por resistencia, una junta de soldadura por gas y una junta de soldadura de agitación por fricción.





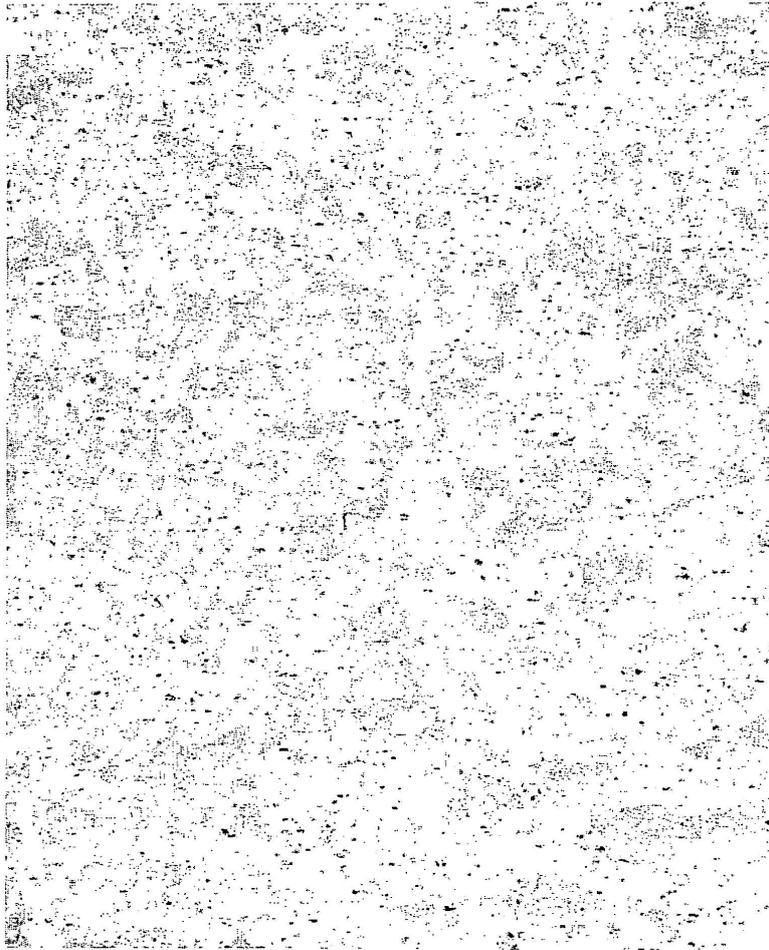


FIG. 9.

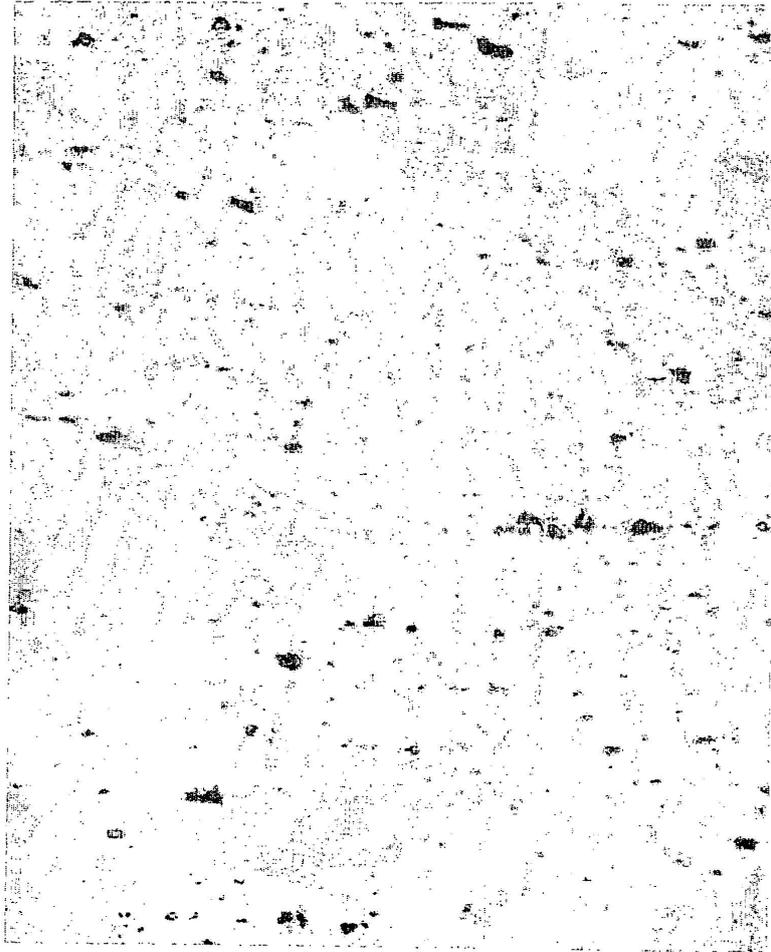


FIG. 10.

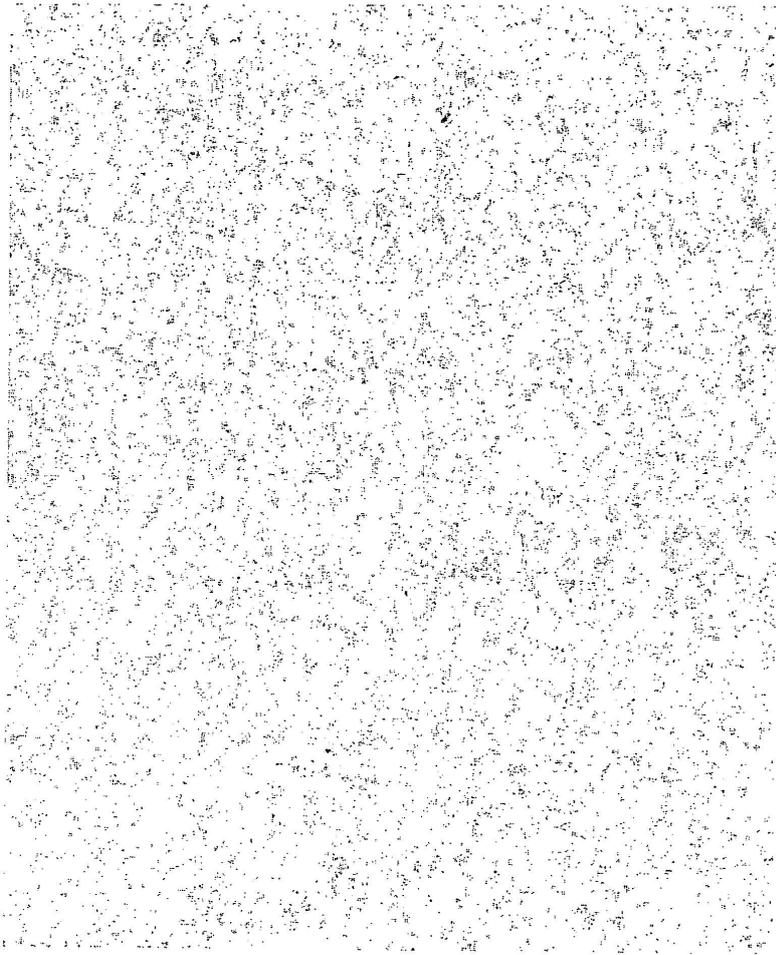


FIG. 11.

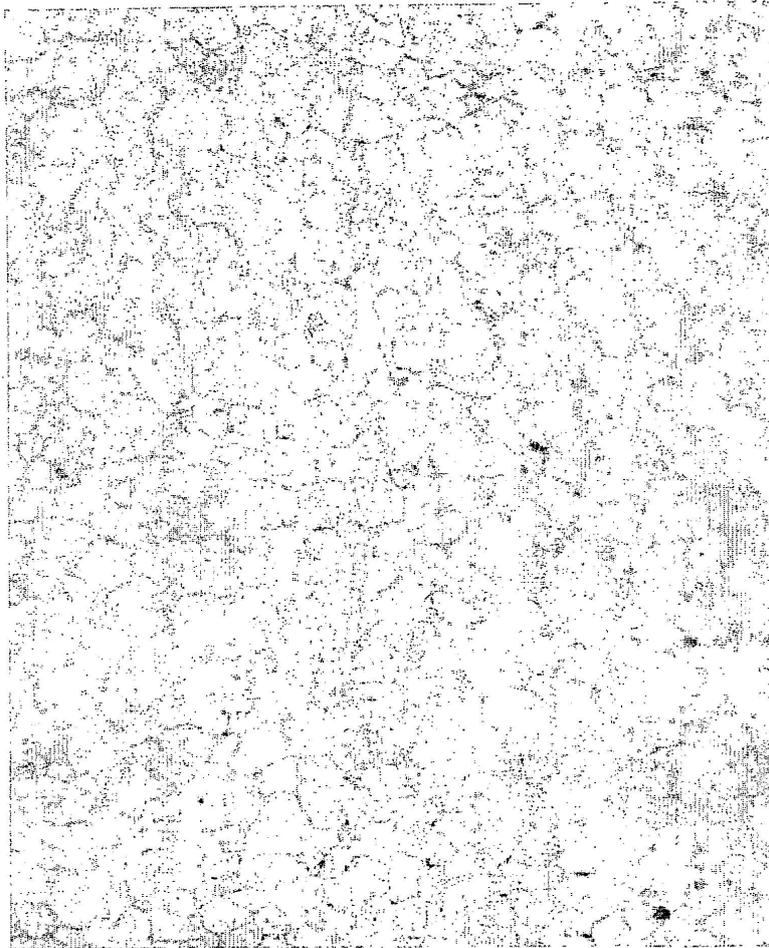


FIG. 12.

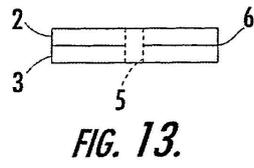


FIG. 13.

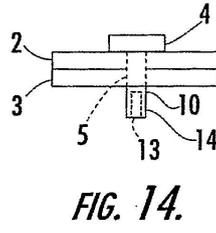


FIG. 14.

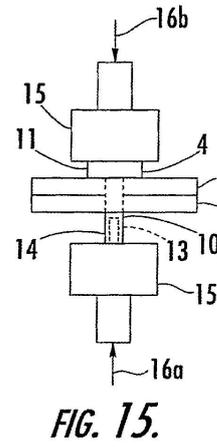


FIG. 15.

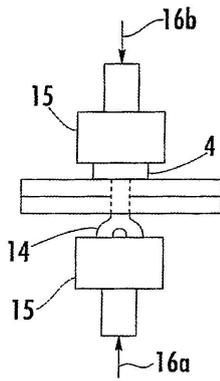


FIG. 16.

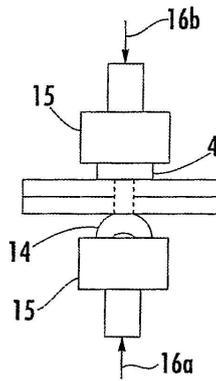


FIG. 17.

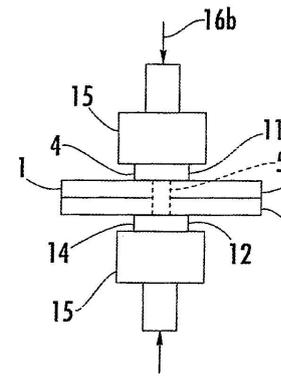


FIG. 18.

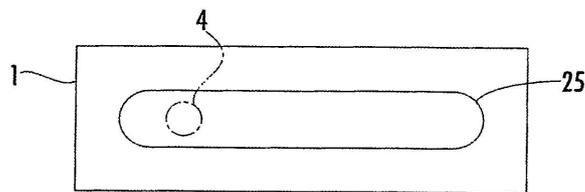


FIG. 19.

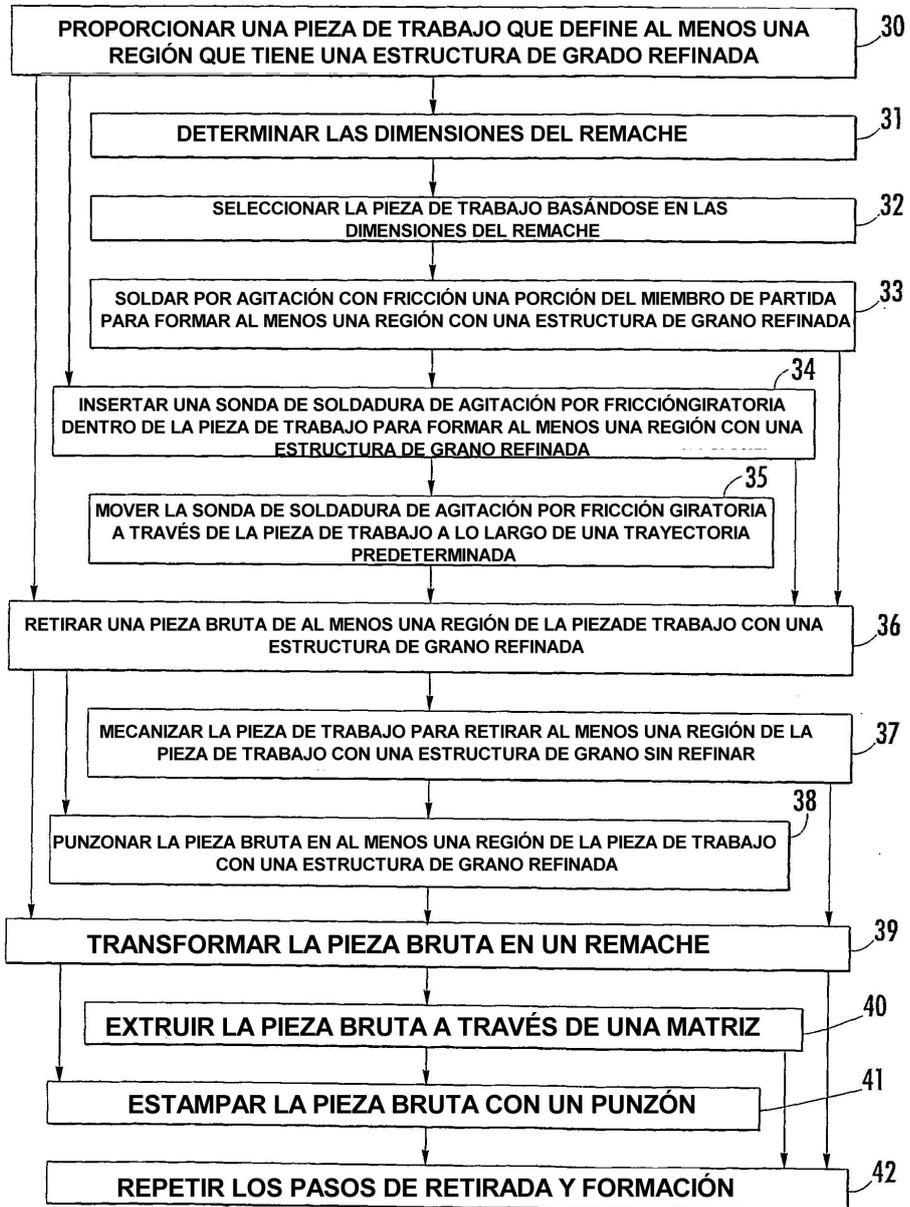


FIG. 20.

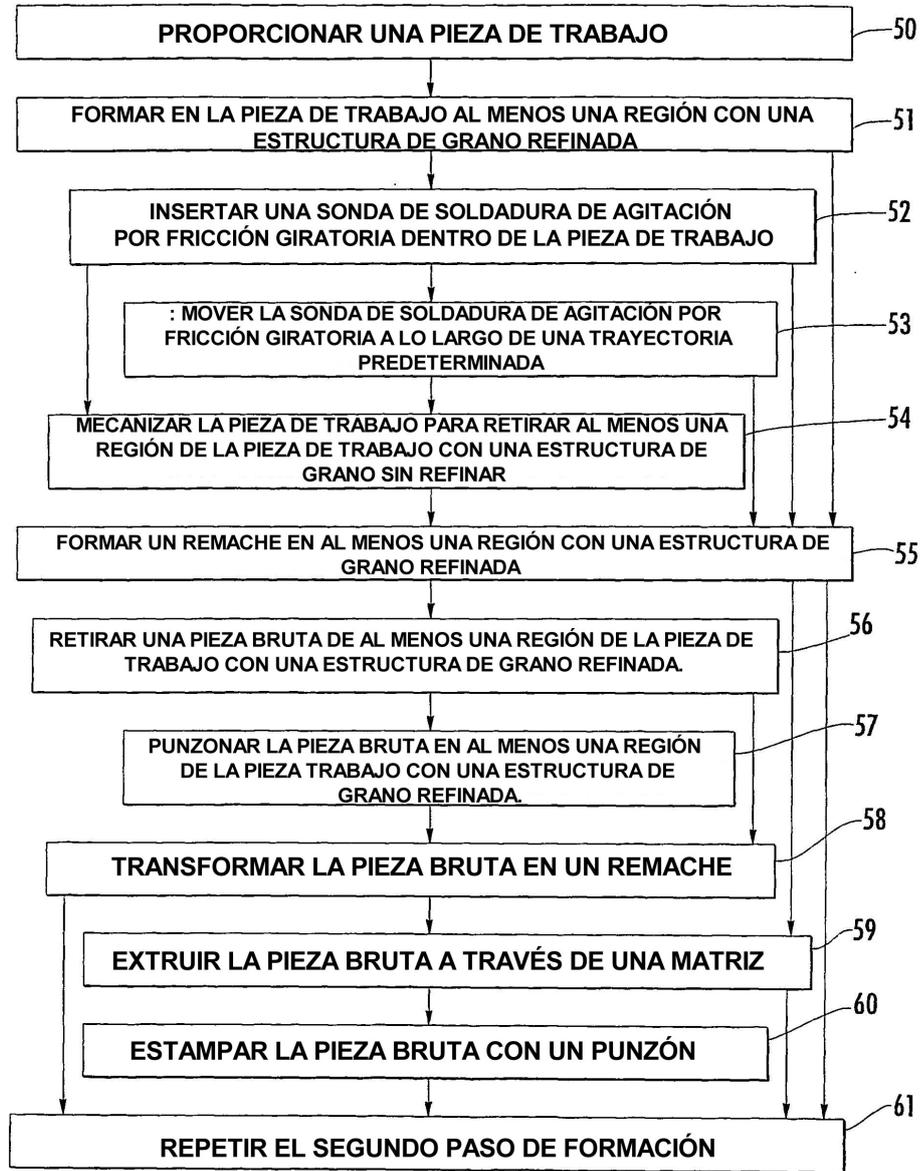


FIG. 21.