



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 288 931**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01915543 .1**

86 Fecha de presentación : **30.03.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1272308**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **08.01.2003**

54 Título: **Soldadura en fase sólida.**

30 Prioridad: **11.04.2000 GB 0008919**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.02.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.02.2008

73 Titular/es: **Airbus UK Limited**
New Filton House, Filton
Bristol, BS99 7AR, GB

72 Inventor/es: **Shepherd, Gerald, Edward**

74 Agente: **González Palmero, Fe**

ES 2 288 931 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

Soldadura en fase sólida.

5 La presente invención se refiere a soldadura en fase sólida. Principalmente, la invención se refiere en primer lugar a un método de reparación del revestimiento de una aeronave, tal como un perfil aerodinámico, mediante soldadura en fase sólida y, en segundo lugar, a un aparato de soldadura en fase sólida.

10 Es de vital importancia que cualquier daño sufrido por un perfil aerodinámico de una aeronave en servicio se repare de manera inmediata y efectiva. No es poco frecuente que se produzcan grietas en el revestimiento de un borde de ataque de un ala de una aeronave. El borde de ataque del ala de una aeronave puede estar fabricado de una chapa plana de aleación ligera adecuada tal como aleación de aluminio 2024 de aproximadamente 3 mm de espesor.

15 El método actual de reparación de tales grietas de borde de ataque conlleva impedir que se extienda la grieta adicionalmente taladrando un orificio en cada uno de sus extremos y reforzando a continuación el área en la proximidad inmediata de la grieta, fijando una placa o abrazadera sobre la grieta para reducir el nivel de tensión que sufre esa área. La desventaja con un método de este tipo es que el área reparada debe monitorizarse de manera continua e inspeccionarse frecuentemente para asegurarse de que el área reparada pueda siempre soportar las tensiones y deformaciones
20 sobre el ala de la aeronave cuando la aeronave está en servicio.

Tradicionalmente, la soldadura no se ha considerado un método adecuado para reparar el revestimiento de una aeronave. Esto se debe principalmente a la alta tensión residual producida en los bordes de soldadura, provocada por la contracción del material durante el proceso de soldadura. Esto, a su vez, tiene como resultado un aumento de la
25 fatiga en el área reparada, así como un aumento de la vida de propagación de la grieta. Además, es extremadamente difícil evitar la distorsión del material de aleación ligera fino durante el proceso de soldadura.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método mejorado de reparación del revestimiento de una aeronave, tal como el utilizado en un perfil aerodinámico.

30 Según un primer aspecto de la invención se proporciona un método de reparación del revestimiento de una aeronave, comprendiendo el método las etapas de: -a) montar un aparato portátil de soldadura por fricción-agitación que presenta una base y medios de sujeción al revestimiento de la aeronave en la zona que va a repararse; b) colocar una placa de salida en un borde del revestimiento de la aeronave en la proximidad de la zona que va a repararse; c) sujetar la sección de revestimiento de aeronave que va a repararse a la base del aparato; d) introducir una herramienta de soldadura por fricción-agitación entre las superficies adyacentes del revestimiento de aeronave, formando parte la
35 herramienta de soldadura por fricción-agitación del aparato de soldadura por fricción-agitación; e) hacer funcionar la herramienta de soldadura por fricción-agitación para soldar las superficies adyacentes entre sí; f) mover la herramienta de soldadura por fricción-agitación más allá del borde del revestimiento de aeronave y hacia la placa de salida al final del proceso de soldadura; g) retirar el aparato de soldadura por fricción- agitación del revestimiento de la aeronave, y
40 h) separar la placa de salida del borde del revestimiento de aeronave.

Los solicitantes han descubierto que la soldadura por fricción-agitación puede proporcionar una soldadura fuerte adecuada, y puede utilizarse como un método de reparación de una grieta en un revestimiento de aeronave mientras
45 no se ponen en peligro las propiedades necesarias en el material para proporcionar seguridad óptima, particularmente cuando la zona reparada está sometida a las tensiones normalmente asociadas a una aeronave durante el vuelo, el despegue y el aterrizaje.

La soldadura por fricción-agitación es una forma de soldadura en fase sólida utilizada para producir soldaduras a solape y a tope en chapas o placas de aluminio. El proceso normalmente conlleva la inmersión de una herramienta giratoria lentamente en una línea de junta entre dos secciones de material que se sujetan en posición para impedir el
50 movimiento. El calor de fricción se genera mediante la herramienta de soldadura que plastifica el material directamente bajo el cabezal de la herramienta. La longitud deseada de soldadura se consigue atravesando la herramienta a lo largo de la línea de soldadura y agitar entre sí el material ablandado. El material no alcanza su punto de fusión en ningún
55 momento durante el proceso de soldadura.

El proceso de soldadura por fricción-agitación presenta muchas ventajas respecto a técnicas de soldadura tradicionales. Más particularmente, el material soldado sufre muy poca distorsión o encogimiento durante el proceso. El proceso no produce humos, chispas, porosidad ni salpicaduras. El proceso puede llevarse a cabo repetidamente, de manera eficaz y efectiva, sobre materiales que se conoce que son difíciles de soldar (tales como, por ejemplo, aleaciones de aluminio de las series 2000 y 7000). Además, el proceso es eficaz energéticamente y adecuado para la automatización. La herramienta de soldadura generalmente es no consumible, y puede utilizarse frecuentemente para hasta 1000 m de longitud de soldadura durante su vida útil, antes de requerir sustitución. No se necesita relleno ni protección por gas inerte. Las propiedades mecánicas de las soldaduras producidas se mejoran también sustancialmente. La soldadura
60 por fricción- agitación proporciona facilidad de reparación y buenos beneficios posteriores a la reparación, mientras se evitan las desventajas de un aumento en la fatiga y la tensión en el área reparada, debido al hecho de que la soldadura se lleva a cabo en fase sólida y a una temperatura baja.
65

ES 2 288 931 T3

Aunque la soldadura por fricción-agitación se conoce por sí misma, como una técnica, para unir dos placas metálicas, o dos lados de una placa metálica, nunca se ha utilizado antes como un método de reparación de daños de grietas en el revestimiento de una aeronave. A modo de ejemplo, el documento US-A-5460317 describe la unión de placas de metal utilizando la soldadura por fricción-agitación. Además, no se ha considerado como un posible método de reparación de componentes crucialmente importantes tales como el ala de una aeronave. Esto es porque las técnicas de soldadura generales, particularmente sobre revestimientos de aleación ligera finos utilizados sobre aeronaves han sido problemáticos debido al aumento de fatiga de la sección reparada una vez que se ha sometido a calor, y el propio material ha sufrido fusión. Además, normalmente se necesitaría que una aeronave se retirara del servicio para que tal soldadura pudiera realizarse. La aeronave necesitaría llevarse a un área específica donde deben cumplirse condiciones de seguridad especiales, en vista del intenso calor y las chispas que se producen, con el fin de garantizar que el proceso de soldadura real pudiera llevarse a cabo con tanta seguridad como sea posible.

En la realización preferida, el método comprende introducir la herramienta de soldadura en una grieta en el revestimiento de la aeronave, estando definidas las superficies adyacentes mediante los bordes de la grieta. La herramienta de soldadura puede introducirse en un extremo de la grieta y después moverse a lo largo de la grieta para crear la soldadura.

El método puede comprender mover la herramienta de soldadura a través de un orificio formado en el revestimiento de la aeronave durante la operación de soldadura. El método puede comprender también reformar el orificio después de que se ha completado la soldadura.

Al final del proceso de soldadura la placa de salida puede retirarse y la soldadura en el borde del revestimiento puede desbarbarse para proporcionar un acabado limpio.

Preferiblemente, el método comprende colocar la herramienta de soldadura para que se extienda en parte a través del espesor del revestimiento de la aeronave. De este modo, la posición de la herramienta controla de manera efectiva la profundidad de la soldadura.

Previamente, el aparato de soldadura por fricción-agitación ha sido de un tipo no portátil debido a los problemas de sujeción a la pieza de trabajo y requisitos de acceso. La presente invención ha tratado este problema.

Según un segundo aspecto de la invención se proporciona un aparato de soldadura por fricción-agitación portátil para reparar revestimientos de aeronaves que comprende: - una base que presenta medios de montaje para montar el aparato a un revestimiento de una aeronave que va a soldarse; una herramienta de soldadura por fricción-agitación; medios de sujeción para sujetar el revestimiento de la aeronave a la base del aparato; un soporte para la herramienta de soldadura, pudiendo el soporte moverse sobre la base; permitiendo el movimiento del soporte sobre la base que la herramienta se mueva respecto a la pieza de trabajo a medida que se hace funcionar a la herramienta para producir una soldadura; y medios de ubicación para situar una placa de salida en el borde de la pieza de trabajo.

Como la soldadura en fase sólida es un proceso a baja temperatura, las precauciones de seguridad respecto a la producción de calor y chispas no son tan estrictas como para las técnicas de soldadura generales. Por tanto, es posible transportar el aparato, por ejemplo, a una aeronave, en lugar del caso contrario, y llevar a cabo la soldadura por fricción-agitación sobre la aeronave mientras la aeronave permanece en su lugar de descanso normal.

Preferiblemente, están previstos medios de ajuste sobre el soporte para mover la herramienta hacia la pieza de trabajo y permitir que se produzca una profundidad deseada de soldadura en la pieza de trabajo. Pueden proporcionarse medios de bloqueo que bloquean la herramienta en una posición predeterminada para proporcionar la profundidad deseada de soldadura. Los medios de bloqueo pueden comprender un pasador de bloqueo que puede desviarse hacia una posición de bloqueo. Los medios de bloqueo pueden poder liberarse de su posición de bloqueo moviéndolos contra la desviación.

El soporte puede comprender una primera parte que puede moverse sobre la base, y una segunda parte tal como un árbol que está montada de manera que puede moverse sobre la primera parte, y que está dispuesta para llevar la herramienta de soldadura. Preferiblemente, el brazo está conectado de manera pivotante en un extremo de la primera parte y está dispuesto para llevar la herramienta en su otro extremo. Cuando se proporcionan los medios de ajuste anteriormente mencionados, pueden disponerse para controlar la posición de la segunda parte, y de ese modo la posición de la herramienta.

Los dichos medios de ajuste pueden operarse mediante un accionador de control de profundidad.

El soporte puede moverse sobre la base mediante un accionador de soporte.

El accionador de control de profundidad y el accionador de soporte están preferiblemente en un circuito de control, por lo que, cuando uno de los accionadores alcanza una posición dada, el otro accionador comienza a funcionar. Por ejemplo, el accionador de soporte puede comenzar a mover el soporte después de que el accionador de control de profundidad haya movido la herramienta a la profundidad deseada.

ES 2 288 931 T3

Un método y un aparato según la invención se describirán ahora a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

5 la figura 1 es una vista en planta esquemática inferior del ala de una aeronave que muestra la ubicación de un área que va a repararse;

la figura 2 es una sección transversal esquemática a través de parte del área indicada en la figura 1;

10 la figura 3 es una vista inferior en perspectiva del borde de ataque del ala en el área que va a repararse;

la figura 4 es una vista en planta inferior a una escala mayor del área que va a repararse indicada en la figura 1;

la figura 5 muestra parte del revestimiento del borde de ataque de un ala en el que se han desarrollado grietas;

15 la figura 6 muestra una manera convencional en la que tales grietas se habrían reparado previamente;

la figura 7 es una vista a una escala mayor que muestra la manera en la que una grieta en la figura 3 se detiene en un extremo mediante un orificio de detención;

20 la figura 8 es una sección transversal a través de parte de la reparación de la técnica anterior mostrada en la figura 6;

la figura 9 es una vista en perspectiva de una muestra de material para pruebas de borde de ataque utilizada en el desarrollo de la presente invención;

25 la figura 10 muestra una instalación en la que se utiliza una herramienta de soldadura por fricción-agitación con una instalación de pruebas del tipo mostrado en la figura 9;

la figura 11 es un gráfico que muestra curvas SN para material soldado por fricción-agitación y liso;

30 la figura 12 es un alzado del aparato según la invención para producir una soldadura por fricción-agitación;

la figura 13 es una sección transversal del aparato mostrado en la figura 12 sobre la línea XIII-XIII en la figura 12;

35 la figura 14 es una sección transversal del aparato mostrado en la figura 12 sobre la línea XIV-XIV en la figura 12;

la figura 15 es una sección transversal del aparato mostrado en la figura 12 sobre la línea XV-XV en la figura 12;

40 la figura 16 es una sección transversal del aparato mostrado la figura 15 sobre la línea XVI-XVI de la figura 15;

la figura 17 es un alzado similar al mostrado en la figura 12 de una forma alternativa de aparato, accionándose el aparato mediante sistemas hidráulicos;

45 la figura 18 es una sección transversal de la parte del aparato que se muestra en la figura 17 sobre la línea XVIII-XVIII en la figura 17;

la figura 19 es un alzado de un aparato accionado adicionalmente de manera hidráulica según la invención y

50 la figura 20 es una vista algo similar a la figura 2 dibujada a una escala mayor y que muestra el aparato del tipo mostrado en la figura 19 en posición sobre parte del borde de ataque para efectuar una reparación.

55 Con referencia a las figuras 1, 2 y 3, un ala 10 presenta un borde 12 de ataque formado de manera conocida de material de chapa de aleación ligera. El borde 12 de ataque presenta un revestimiento 14 inferior, tal como se muestra en las figuras 2 y 3, dotándose el revestimiento 14 inferior de un panel 16 de acceso que se mantiene en posición mediante fijaciones liberables de tipo conocido.

60 Mirando la figura 4, el revestimiento 14 inferior lleva un elemento 18 de borde y placas 20 de asiento para el montaje de los componentes (no mostrados). El elemento 18 de borde y las placas 20 de asiento están unidos al revestimiento 14 mediante remaches de manera conocida.

Cuando la aeronave está en servicio, no es poco frecuente que las grietas aparezcan en el material que forma el borde de ataque, y la figura 5 ilustra la manera en la que las grietas 21, 22 y 23 se han formado a través de tres orificios indicados mediante 21a, 22a y 23a.

65 Las figuras 6 y 7 sirven para mostrar la manera en la que el revestimiento 14 inferior puede repararse según la técnica anterior, cuando las grietas se producen tal como se muestra en la figura 5. Los remaches que mantienen al elemento 18 de borde y las placas 20 de asiento en su posición se perforan para dejar el revestimiento 14 inferior accesible tal como se muestra en la figura 5. Los orificios de detención de grieta se taladran a continuación en el

ES 2 288 931 T3

extremo de las grietas 21, 22, 23 para impedir que se propaguen adicionalmente. Se observará que la grieta 21 pasa a través del orificio 21a de remache y se extiende hasta un borde 25 libre de revestimiento 14 inferior. Una placa 26 de refuerzo se coloca a continuación en posición contra el revestimiento 14 inferior y se taladra utilizando los orificios de remache existentes en el revestimiento 14 inferior como guías. La placa 26 de refuerzo se remacha a continuación en el revestimiento 14 inferior junto con el elemento 18 de borde y las placas 20 de asiento.

Se observará a partir de la figura 8 que la placa 26 de refuerzo se remacha en el lado inferior del revestimiento 14 inferior, y las placas 20 de asiento se remachan en el lado superior. Un tapón 28 de detención de grieta se inserta y se fija dentro del orificio 24 de grieta.

Aunque la manera convencional de reparar el revestimiento de una aeronave según el modo ilustrado en las figuras 6-8 es razonablemente fácil de llevar a cabo, la reparación necesita monitorización e inspección constantes para garantizar que las grietas no empeoren. Ese problema particular ha dado lugar a la presente invención y ahora se hace referencia a las figuras 9 y 10.

Mirando la figura 9, una muestra 30 de material para pruebas se ha realizado del mismo tipo de material del que está formado el revestimiento 14 inferior del borde 12 de ataque. Se observará que la muestra 30 de material presenta un borde 32 curvo que simula todo lo posible el borde 25 libre del revestimiento 14 inferior. Tres orificios se taladraron en la muestra 30 de material para recibir remaches 34a, 34b, 34c. Una ranura fina (no mostrada) se cortó a continuación en la muestra 30 de material, extendiéndose desde el borde 32 libre, y a través y a continuación más allá del orificio para el remache 34b algo similar a la grieta 21 mostrada en la figura 5.

La muestra 30 de material para pruebas se montó a continuación en una instalación mostrada en la figura 10, y una herramienta 38 de soldadura por fricción-agitación de tipo conocido se utilizó entonces para producir una línea de soldadura a través del corte formado en la muestra 30 de material. La herramienta 38 de soldadura por fricción-agitación presenta un cabezal 40 de herramienta y una punta 42 no consumible. Para efectuar la soldadura, la herramienta 38 se bajó de modo que la punta 42 se introdujo en la hendidura en la muestra 30 de material en el extremo de la hendidura alejada del borde 32 libre. La muestra 30 de material se atravesó a continuación respecto a la herramienta 38, de modo que el borde 32 libre sobre la muestra 30 de material se moviera hacia la punta 42 hasta que la punta 42 hubiera atravesado la totalidad de la hendidura. El calor de fricción generado por la punta 42 generó calor que plastificó el material de aleación ligera, manteniéndose el material plastificado atrapado bajo el cabezal 40 de herramienta durante la travesía. La rotación de la punta 42 agitó simultáneamente el material plastificado para realizar la soldadura.

Una vez que la soldadura se hubo completado, la muestra 30 de material de pruebas se retiró de la instalación y el orificio de remache para el remache 34b se volvió a taladrar a través del material soldado que se había acumulado en el primer orificio en la muestra 30 de material.

Una placa 36 que simula una placa de asiento se remachó a continuación en su posición y la muestra 30 de material se sometió a tensión alterna en torno a una media para producir un análisis de fatiga. El análisis de fatiga se llevó a cabo utilizando la ley de Miner de daño acumulado. Se utilizó un ciclo de trabajo de fatiga teórico para despegue, ascenso, crucero, descenso y aterrizaje que considera carga de ráfaga para obtener los ciclos de daño sobre el ala como una relación de ciclos hasta la rotura (N) de curvas S-N para diversos niveles de tensión alternos. Se realizó una prueba de muestras de material comparativa para establecer la NDS de curvas S-N (véase la figura 11) para estructura no dañada contra estructura DS dañada tal como la muestra 30 de material, donde se había unido un corte mediante soldadura por fricción-agitación. La figura 11 muestra las curvas S-N comparativas. El factor de vida comparativo se estableció para los niveles de tensión determinados como 0,25 basándose en la relación de ciclos promedios hasta la rotura. Se halló que la muestra 30 de material soldado por fricción-agitación tenía el 0,25 de la vida de la muestra de material no dañado. Se halló que la estructura original se rompió en un orificio de remache mientras que la muestra 30 de material soldado por fricción-agitación se agrietó desde un punto que se iniciaba en lo que se denomina "defecto de raíz o penetración incompleta" (*root flaw*) del corte soldado. El defecto de raíz se crea donde la soldadura por fricción-agitación no se extiende a través de la totalidad del espesor del material, sino que se detiene de manera brusca dejando parte del corte sin soldar. El defecto de raíz tiene normalmente una profundidad de 0,1 mm.

Eliminando la concentración de tensión que resulta de una grieta, la vida del material mejora por un factor de 42. Introduciendo el factor de vida para una junta soldada por fricción-agitación en 0,25, la mejora de vida se reduce a un factor de 10,5, que es una mejora significativa respecto a los métodos existentes de reparación ilustrados en las figuras 6, 7 y 8. La presencia del defecto de raíz tendió a reducir el factor de vida a 3,5 cuando se comparó con los métodos de reparación existentes. Desde un punto de vista comercial, que podría efectivamente retrasar el requisito de inspección inicial 3,5 veces y reducir la cantidad de inspección posterior requerida, lo que es claramente una mejora sustancial.

Obviamente, se necesita una manera eficiente de producir soldadura por fricción-agitación desde el punto de vista de consideraciones comerciales. A ese respecto, se hace referencia ahora a las figuras 12-15 que muestran un aparato 44 portátil que puede hacerse funcionar manualmente para soldadura por fricción-agitación.

Mirando la figura 12, el aparato 44 comprende una base 50 con una guía 52 deslizante en cola de milano. Un carro 54 (que constituye el soporte antes mencionado en el presente ejemplo) presenta un bloque 56 deslizante unido al mismo. El carro 54 comprende placas 55 laterales que están fijadas entre sí mediante pernos 57 separadores. Los

ES 2 288 931 T3

bordes inferiores de las placas 55 laterales están formados para definir guías 58 de deslizamiento inclinadas que se sitúan sobre la guía 52 de deslizamiento. Una de las guías 57 de deslizamiento está dotada de una placa 60 de presión deslizante que puede ajustarse mediante tornillos 62 de fijación. Un árbol indicado generalmente en 64 está montado de manera giratoria en el bloque 56 deslizante pero se impide que se mueva axialmente respecto al bloque deslizante. El árbol 64 presenta una parte 66 roscada de tornillo que se extiende a través de una abertura 68 roscada de tornillo en una abrazadera 70 en el extremo izquierdo de la placa 50 de base tal como se ve en la figura 12. Un brazo 72 de accionamiento está unido de manera rígida al árbol 64 más allá de la abrazadera 70. El extremo radialmente exterior del brazo 72 de accionamiento está dotado de una manivela 74. La rotación del brazo 72 de accionamiento hace girar el árbol 64 y provoca que el carro 54 se mueva a lo largo de la guía 52 de deslizamiento.

Un brazo 76 que presenta secciones 77 separadas se extiende entre las placas 55 laterales del carro 54 y presenta un extremo montado sobre un pivote 78 sobre las dos placas 55 laterales. El otro extremo del brazo 76 está formado con una abertura 80 que aloja un collar 82 de una herramienta 84 mecánica de gran par. El collar se sujeta en su posición mediante pernos de apriete (no mostrados) que pasan a través de aberturas 86 en el brazo 76.

Un bloque 88 rectangular se coloca entre las secciones 77 separadas del brazo 76 y se une con pernos a las mismas de manera adecuada. El bloque 88 presenta un taladro 90 central roscado de tornillo que aloja un vástago 92 roscado de tornillo de un tornillo 94 de ajuste. Un bloque 96 de ajuste también se coloca entre las secciones 77 del árbol 76 y presenta árboles 98 con mangueta situados de manera pivotante en aberturas 100 en las secciones 77. El vástago 92 roscado de tornillo pasa con holgura de trabajo a través de un taladro 102 en el bloque 96 de ajuste, manteniéndose el bloque de ajuste atrapado con holgura de trabajo entre un reborde 104 sobre el vástago 92 y una disposición 106 de tuerca y arandela en el extremo inferior del vástago.

Los dispositivos 106, 108 de bloqueo están dispuestos en el exterior de cada placa 55 lateral del carro 54. El dispositivo 106 de bloqueo comprende una abrazadera 107 sobre la que un brazo 108 de liberación/bloqueo está montado de manera pivotante. Un pasador 110 de bloqueo está conectado de manera pivotante al extremo inferior del brazo 108 de liberación/bloqueo, tal como se ve en la figura 14, y se extiende de manera deslizante a través de una abertura 112 en su placa 55 lateral asociada. El pasador 110 de bloqueo se desvía hacia el bloque 96 de ajuste mediante un muelle 114. Se observará que el extremo adyacente del bloque 96 de ajuste está formado con un rebaje 116 que, tal como se muestra en la figura 14, está ligeramente por encima del pasador 110 de bloqueo. El dispositivo 108 de bloqueo es una imagen especular del dispositivo 106 de bloqueo y no se describe en detalle.

La base 50 lleva una placa 118 de sujeción que presenta una porción 120 separada desde una superficie superior de la base 50 por una distancia que se corresponde sustancialmente al espesor del material que va a soldarse por fricción-agitación. La sección 120 está formada con una abertura 122 alargada. En funcionamiento, se montan abrazaderas basculantes adecuadas (no mostradas) sobre la base 50 utilizando elementos de sujeción y aberturas 51 seleccionadas, y se aplica una carga descendente a la superficie superior de la sección 120 para sujetar el material 119 entre la placa 118 de sujeción y la base 50. Una chapa de material 124 de salida (por ejemplo aleación ligera) se coloca en el extremo izquierdo de la abertura 122 alargada, tal como se ve en la figura 12, y la función de la placa 124 de salida se describe posteriormente.

La función del aparato 44 mostrado en las figuras 12-16 se describe ahora.

Inicialmente, el aparato 44 se monta en un taller con la herramienta 84 mecánica sujeta en la abertura 80 del brazo 76. La herramienta 84 mecánica presenta un portaherramientas 125 en el que está fijada una herramienta 126 de soldadura por fricción-agitación de tipo conocido que incluye una punta 42. El eje A de rotación de la punta 42 interseca el eje E de la ranura 122 alargada (figura 15). El tornillo 94 de ajuste se hace girar para accionar el árbol 76 hacia abajo alrededor del pivote 78 hasta que los pasadores 110 de bloqueo caen en los rebajes 116 en el bloque 96 de ajuste. En esa posición, la posición axial de la herramienta de soldadura por fricción-agitación se ajusta en el portaherramientas 125 para proyectarse a través de la abertura 122 alargada con el extremo inferior de la punta 42 separada de la placa 50 base una distancia suficiente para dejar un defecto de raíz de la dimensión deseada. La herramienta 126 de soldadura por fricción-agitación se sujeta firmemente dentro del portaherramientas 125. El aparato está entonces listo para realizar una reparación.

El aparato se lleva entonces a una aeronave con un revestimiento agrietado sobre su borde de ataque y, después de retirar el panel 16 de acceso, se coloca tal como se muestra en la figura 2, con una sección 128 del revestimiento 14 sujeto tal como se muestra en la figura 12 entre la placa 118 de sujeción y la base 50. Se observará que un borde 130 de la sección 128 de material hace tope con la placa 124 de salida. La sección 128 de material se coloca de modo que una grieta 132 en el mismo (véase la figura 15) está colocada para encontrarse centralmente y longitudinalmente respecto a la abertura 122 alargada. En primer lugar, las abrazaderas basculantes se aplican para sujetar la sección 128 de material en su sitio, la herramienta 84 mecánica se enciende a continuación para que haga girar la herramienta 126 de soldadura por fricción-agitación, y el tornillo 94 de ajuste se hace girar para accionar el brazo 76 y la herramienta 84 hacia abajo, de modo que la punta 42 penetre en la sección 128 de revestimiento en un extremo de la grieta 132. El accionamiento descendente del brazo 76 se continúa hasta que los pasadores 110 de bloqueo se ajustan por presión en los rebajes 116. En esa posición, el extremo inferior de la punta 42 está correctamente colocado para la soldadura por fricción-agitación. Un operador entonces utiliza la manivela 74 para hacer girar el árbol 64 para mover la herramienta 126 de soldadura por fricción-agitación a lo largo de la grieta 132 y hacia la placa 124 de salida. Finalmente, la herramienta de soldadura por fricción-agitación se mueve pasando por el borde 130 de la sección 128 de revestimiento

ES 2 288 931 T3

y se mueve hacia la placa 124 de salida. Una vez que la punta 42 está totalmente fuera del borde 130, los brazos 108 de bloqueo/liberación descienden para extraer los pasadores 110 de bloqueo desde los rebajes 116, y el tornillo 100 de ajuste se hace girar para levantar el brazo 77 y mover la herramienta 126 de soldadura por fricción-agitación fuera de la placa 124 de salida. La herramienta 84 entonces se apaga. A continuación, se liberan las abrazaderas y el aparato
5 44 se retira de la sección de material 128, llevando consigo la sección 128 la placa 124 de salida que está soldada a la misma. Una vez que el aparato 44 se ha retirado, la placa 124 de salida puede desprenderse o de otro modo separarse del borde 130 del material 128 y el borde 130 puede desbarbarse en la región de la soldadura para proporcionar un acabado liso.

10 Se hace referencia ahora a las figuras 17 y 18. La única diferencia significativa entre el aparato mostrado en la figura 17 y el mostrado en la figura 12 se encuentra en el uso de un accionador 134 hidráulico sobre el carro 54 que sustituye al árbol 64 de giro manual. El accionador 134 hidráulico está fijado adecuadamente al carro 55 mediante los bloqueos 136, 137 superiores e inferiores y presenta una barra 138 de empuje que presenta su extremo exterior fijado a la abrazadera 70. El accionador 134 presenta bocas 140, 142 de entrada/salida que están adecuadamente
15 conectadas a un circuito hidráulico (no mostrado). En funcionamiento, el aparato está montado de la misma manera, tal como se describe respecto a las figuras 12-16, y se utiliza de la misma manera excepto en que la herramienta 126 de soldadura por fricción-agitación se mueve a lo largo de la grieta 132 mediante el funcionamiento del accionador 134. Esta realización puede permitir un coeficiente de extensión más constante de la punta 42 de la herramienta a lo largo de la grieta.

20 La figura 19 muestra una disposición diferente y las partes correspondientes a las partes en las figuras 12-18 llevan los mismos números de referencia y no se describirán en detalle. Una base 50 soporta un carro 55 que presenta un brazo 76. El brazo 76 está montado sobre un pivote 144 que puede moverse en una disposición 146 de ranura vertical. El brazo 76 lleva adecuadamente una herramienta 84 mecánica de gran par dispuesta para hacer girar una herramienta
25 126 de soldadura por fricción-agitación. El brazo 76 puede accionarse alrededor del pivote 144 mediante un accionador 148 hidráulico. El carro 55 puede moverse a lo largo de la base 50 mediante un accionador 150 hidráulico adicional. Los accionadores 148, 150 están dispuestos en un circuito 152.

30 El aparato está montado en un taller haciendo funcionar el accionador 148 para accionar el árbol 76 hacia abajo hasta que la punta 40 de la herramienta de soldadura por fricción-agitación se separa la distancia necesaria desde la base 50. Con la punta 40 en esa posición, el circuito 152 hidráulico se establece para garantizar que, en funcionamiento, el accionador 148 no puede accionar el brazo 76 adicionalmente hacia abajo. El circuito 152 se establece también de modo que, en funcionamiento, una vez que el accionador 148 alcanza esa posición, se alimentará el fluido al accionador
35 150 con el fin de mover el carro 55 a lo largo de la base 50 moviendo de ese modo la herramienta 126 de soldadura por fricción-agitación a lo largo de una grieta en el material que va a repararse.

40 La figura 20 muestra la manera en la que el aparato de la figura 19 puede situarse sobre una sección del revestimiento 14 inferior de un borde 12 de ataque que permitirá que la sección se repare. La reparación se lleva a cabo sustancialmente tal como se describe con respecto a las figuras 12-17. Una vez que la soldadura por fricción-agitación se ha completado, el carro portaherramienta 148 levanta el brazo 76 de modo que el pivote 144 se levanta inicialmente hasta la parte superior de la disposición 146 de ranura vertical a la que sigue la elevación de la herramienta 126 de soldadura por fricción-agitación fuera del revestimiento 14 inferior. El aparato puede entonces retirarse de la aeronave.

45 Si se desea, la herramienta 84 mecánica puede comprender, por ejemplo, un motor hidráulico que se hace funcionar desde una bomba en una posición remota.

Aunque se ha hecho referencia específica a la reparación de un borde de ataque, se apreciará que el aparato descrito en las figuras 12-20 podría utilizarse para reparar otras secciones de revestimiento de una aeronave o podría utilizarse en otras aplicaciones en las que se necesite una soldadura por fricción-agitación para reparar material de chapa o de
50 placa.

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Método de reparación del revestimiento de una aeronave, comprendiendo el método las etapas de:

- 5 a). montar un aparato de soldadura por fricción-agitación portátil que presenta una base (50) y medios (118) de sujeción al revestimiento (14) de aeronave en la zona que va a repararse;
- 10 b). colocar una placa (124) de salida en un borde del revestimiento (14) de la aeronave en la proximidad de la zona que va a repararse;
- c). sujetar la sección de revestimiento de aeronave que va a repararse a la base (50) del aparato;
- 15 d). introducir una herramienta (126) de soldadura por fricción-agitación entre superficies adyacentes del revestimiento de aeronave, formando parte la herramienta de soldadura por fricción-agitación del aparato de soldadura por fricción-agitación;
- e). hacer funcionar la herramienta de soldadura por fricción-agitación para soldar las superficies adyacentes entre sí;
- 20 f). mover la herramienta de soldadura por fricción-agitación más allá del borde del revestimiento de aeronave y hacia el interior de la placa (124) de salida al final del proceso de soldadura;
- g). retirar el aparato de soldadura por fricción-agitación del revestimiento de aeronave, y
- 25 h). separar la placa de salida del borde del revestimiento de aeronave.

2. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de desbarbar el borde en la zona de la soldadura para proporcionar un acabado liso.

30 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que la etapa c) comprende introducir la herramienta de soldadura por fricción-agitación en una grieta en el revestimiento de aeronave, estando definidas las superficies adyacentes mediante los bordes de la grieta.

35 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las etapas c) y d) comprenden introducir la herramienta de soldadura por fricción-agitación en un extremo de la grieta y moverla a lo largo de la grieta para crear la soldadura.

40 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa e) comprende mover la herramienta de soldadura por fricción-agitación a través de un orificio formado en el revestimiento de aeronave durante la operación de soldadura.

6. Método según la reivindicación 5, en el que la etapa e) comprende adicionalmente reformar el orificio después de que se haya completado la soldadura.

45 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa c) comprende colocar la herramienta de soldadura por fricción-agitación para que se extienda parcialmente por el espesor del revestimiento de aeronave.

50 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método comprende reparar un revestimiento formando un borde de ataque de la aeronave.

9. Aparato de soldadura por fricción-agitación portátil para reparar revestimientos de aeronaves que comprende:

55 una base que presenta medios (50) de montaje para montar el aparato a un revestimiento (14) de aeronave que va a soldarse;

una herramienta (126) de soldadura por fricción- agitación;

60 medios (118) de sujeción para sujetar el revestimiento de aeronave a la base del aparato;

un soporte (54) para la herramienta de soldadura, pudiendo moverse el soporte sobre la base, permitiendo el movimiento del soporte sobre la base que la herramienta se mueva respecto a la pieza de trabajo a medida que se hace funcionar la herramienta para producir una soldadura; y

65 medios de ubicación para situar una placa (124) de salida en el borde de la pieza de trabajo.

ES 2 288 931 T3

10. Aparato según la reivindicación 9, que comprende además medios (94) de ajuste sobre el soporte para mover la herramienta hacia la pieza de trabajo y permitir que se produzca una profundidad de soldadura deseada en la pieza de trabajo.

5 11. Aparato según la reivindicación 10, que comprende además medios (106, 108) de bloqueo que bloquean la herramienta en una posición predeterminada para proporcionar la profundidad deseada de soldadura.

12. Aparato según la reivindicación 11, en el que los medios de bloqueo comprenden un pasador (110) de bloqueo.

10 13. Aparato según la reivindicación 10 u 11, en el que los medios de bloqueo se desvían hacia una posición de bloqueo.

14. Aparato según la reivindicación 13, en el que los medios de bloqueo pueden liberarse de su posición de bloqueo moviéndolos contra la desviación.

15 15. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que el soporte (54) comprende una primera parte (55, 56) que puede moverse sobre la base y una segunda parte (76) que está montada de manera que puede moverse sobre la primera parte y que está dispuesta para llevar la herramienta de soldadura.

20 16. Aparato según la reivindicación 15, en el que la segunda parte comprende un brazo (76) conectado de manera pivotante en un extremo a la primera parte y está dispuesto para llevar la herramienta en su otro extremo.

25 17. Aparato según la reivindicación 15 ó 16, cuando depende de cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que los medios (94) de ajuste están dispuestos para controlar la posición de la segunda parte y de ese modo la posición de la herramienta.

18. Aparato según la reivindicación 15, en el que los medios de ajuste pueden hacerse funcionar mediante un accionador de control de profundidad.

30 19. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 18, en el que el soporte puede moverse sobre la base mediante un accionador (72) de soporte.

35 20. Aparato según la reivindicación 19, cuando depende de la reivindicación 18, en el que el accionador de control de profundidad y el accionador de soporte están en un circuito de control, por lo que cuando uno de los actuadores alcanza una posición dada, el otro accionador comienza a operar.

40 21. Aparato según la reivindicación 20, en el que el accionador de soporte comienza a mover el soporte después de que el accionador de control de la profundidad haya movido la herramienta a la profundidad deseada.

40

45

50

55

60

65

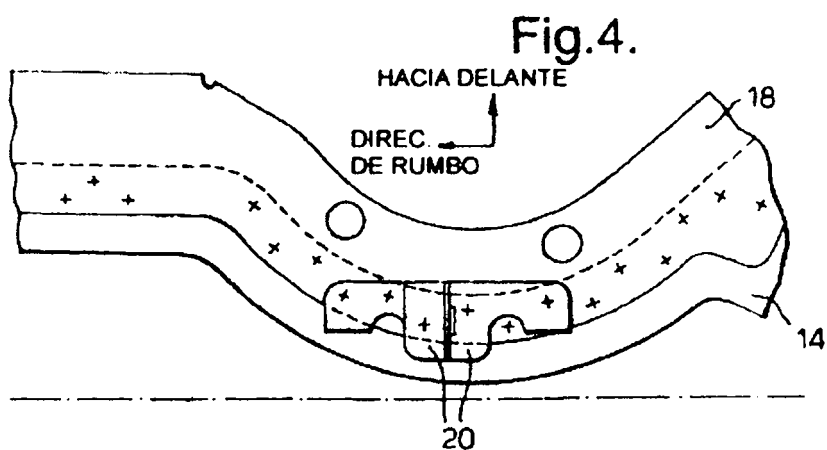
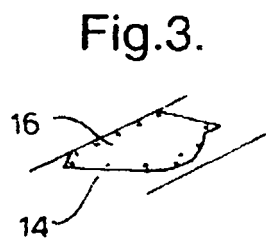
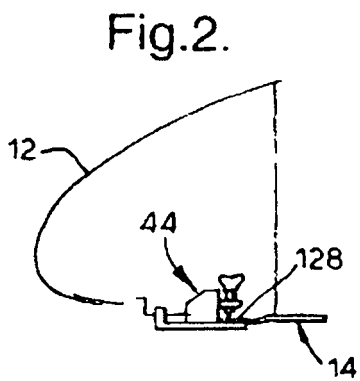
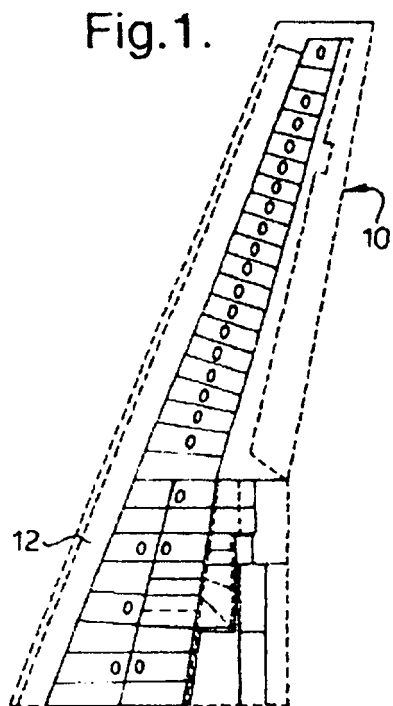


Fig.5.

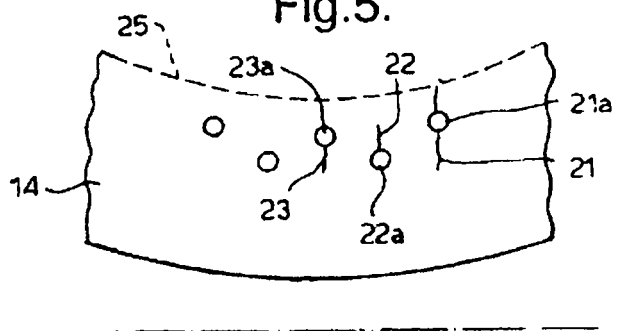


Fig.6.

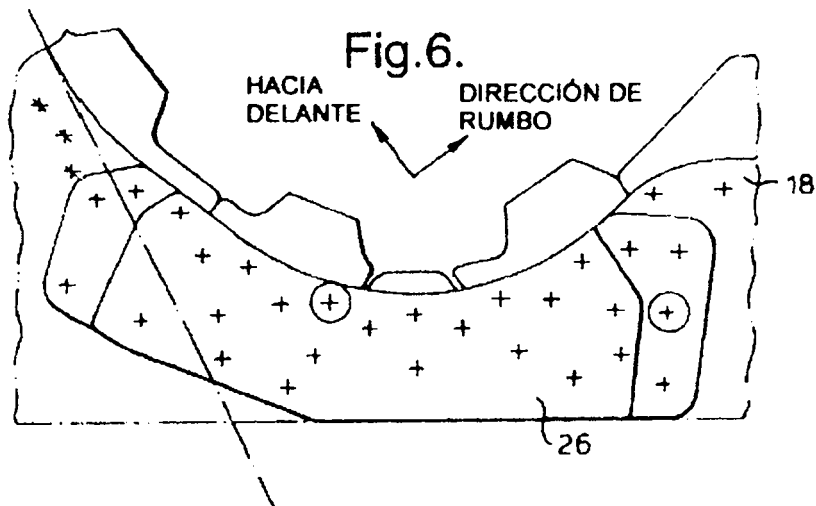


Fig.7.

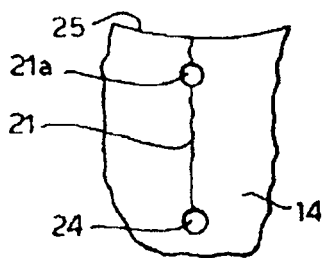
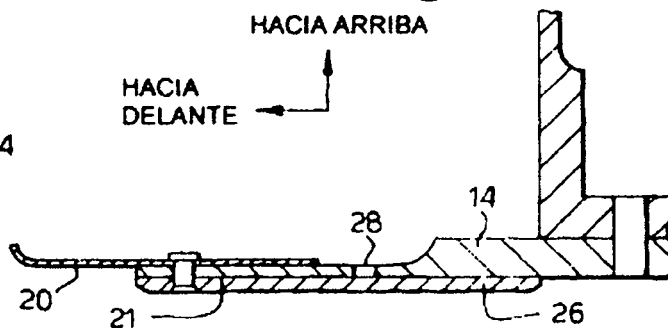
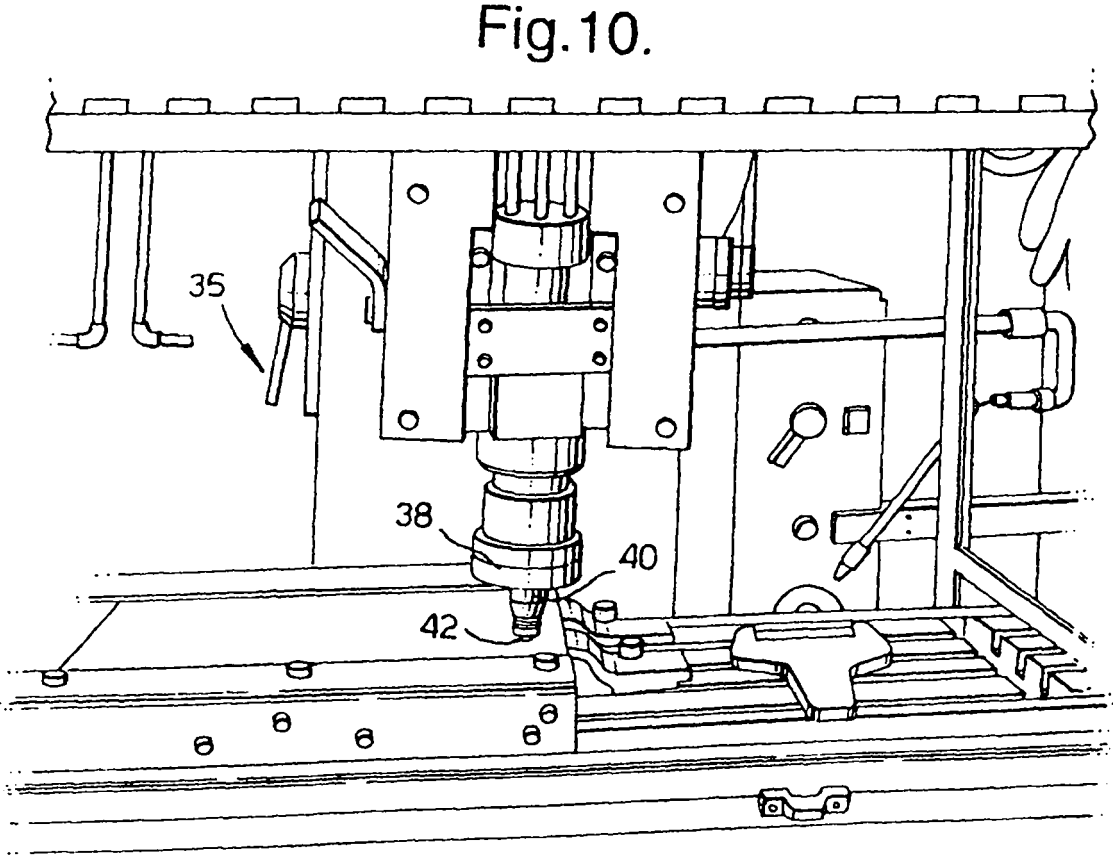
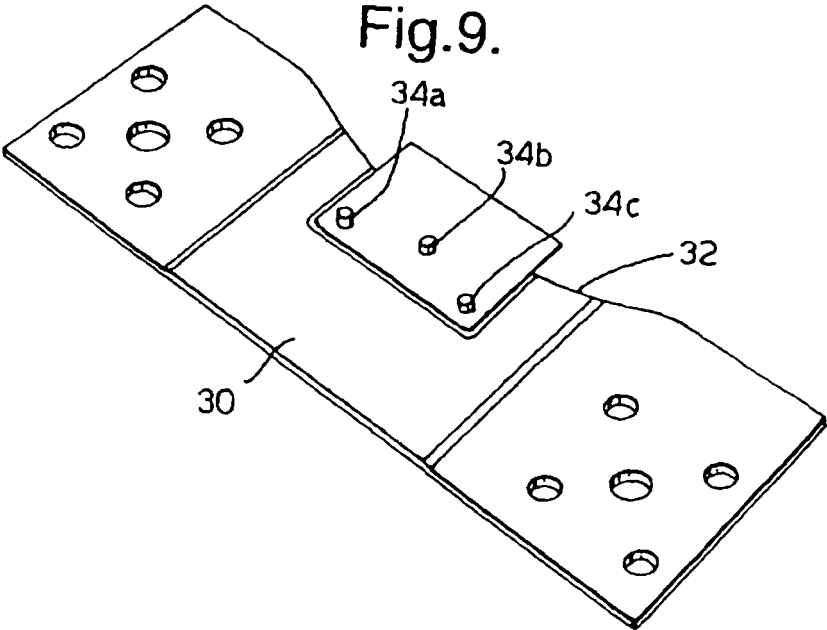


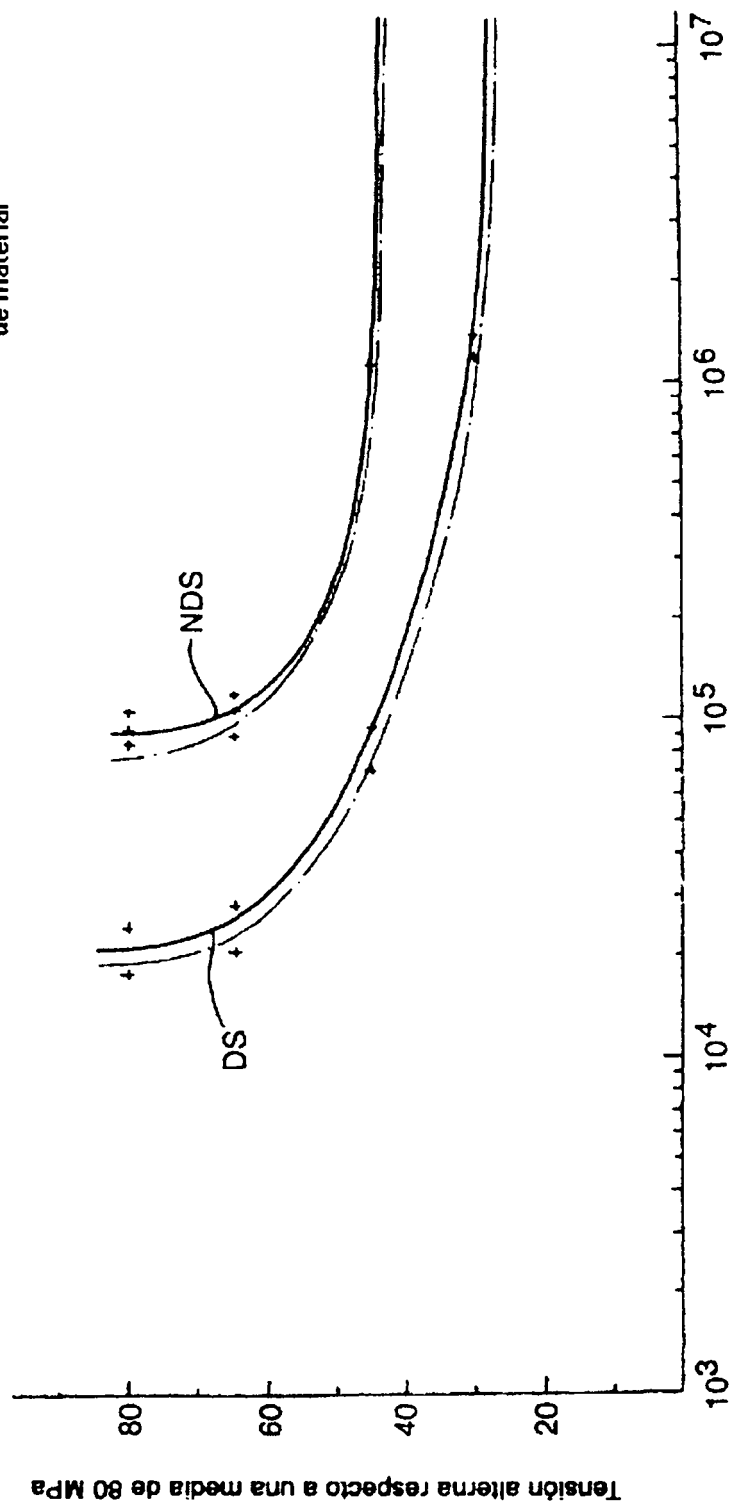
Fig.8.

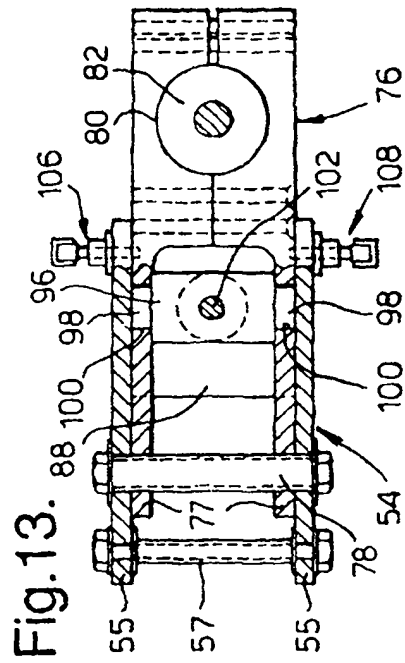
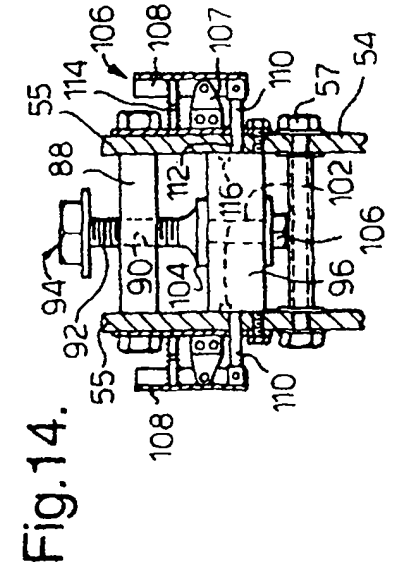
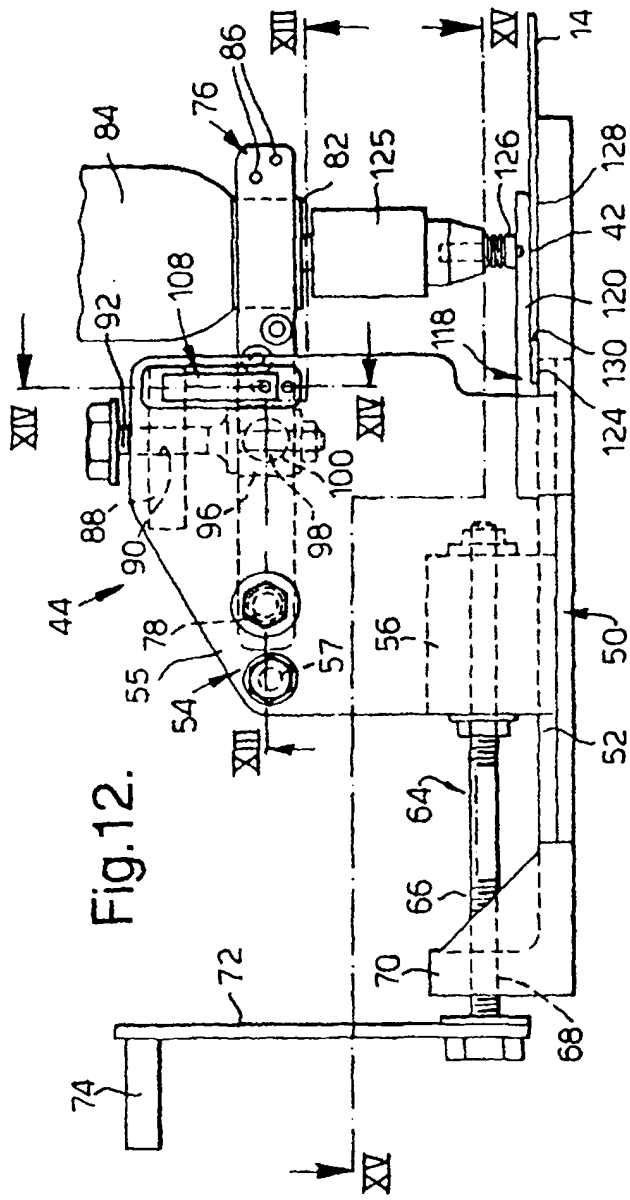




- - - Vida de iniciación de grieta
 — Vida hasta rotura de muestra de material

Fig.11.





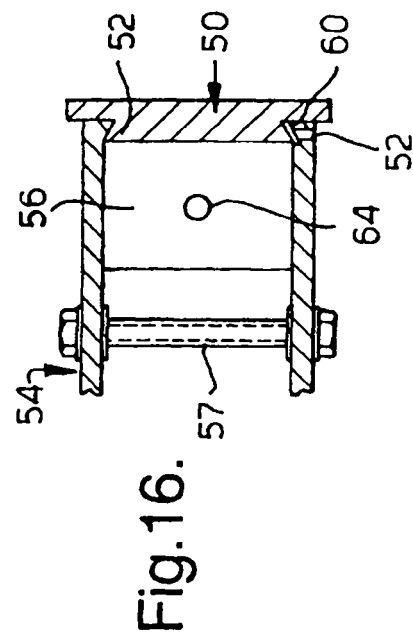
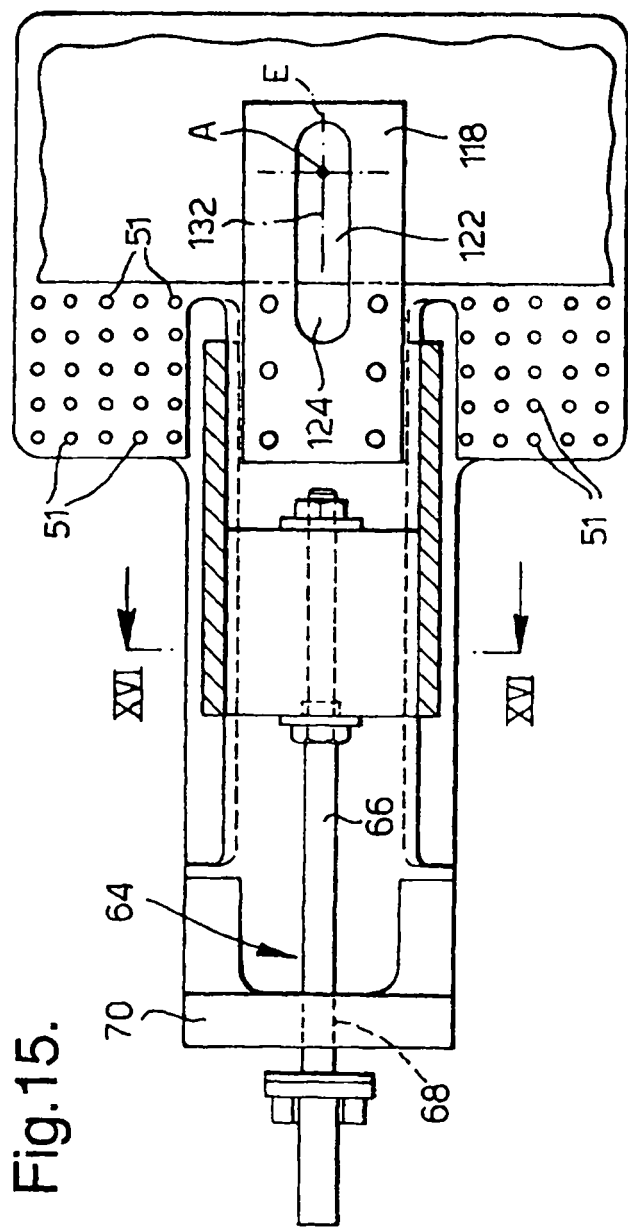


Fig.17.

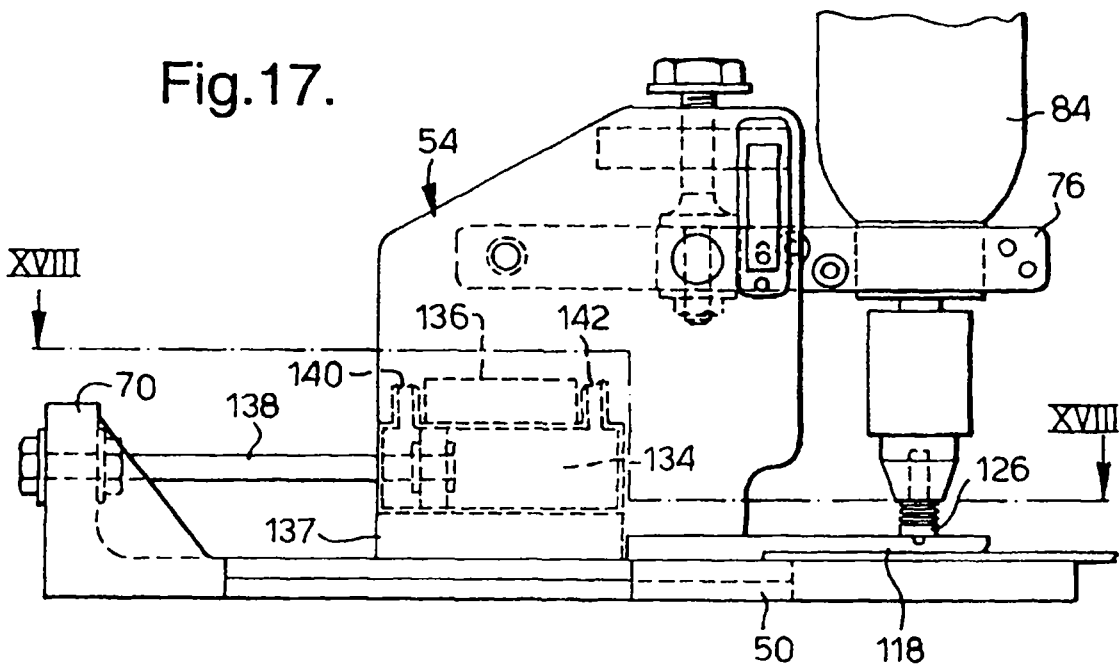


Fig.18.

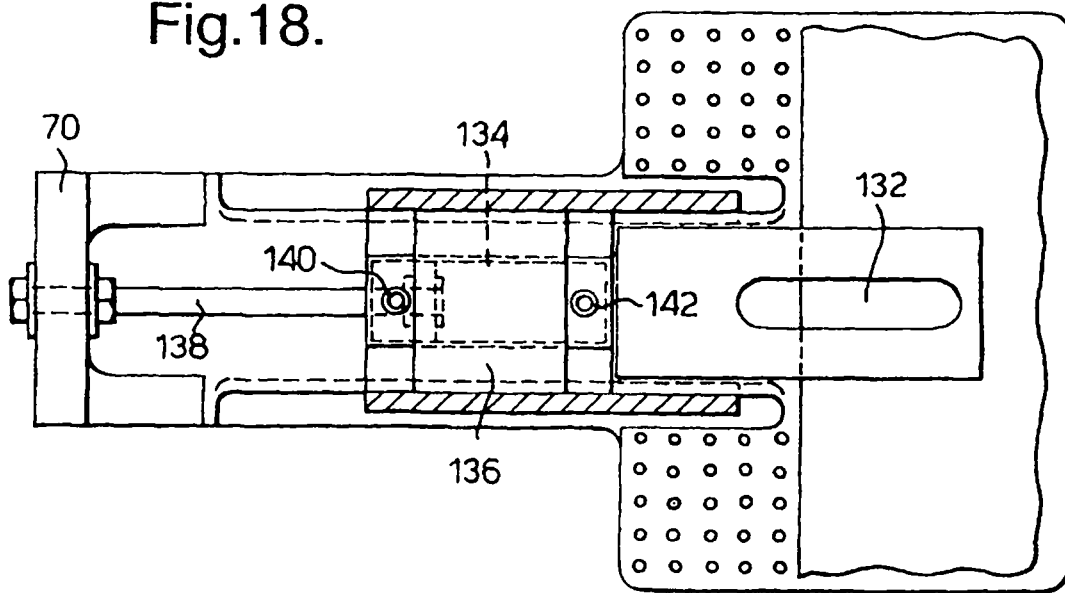




Fig.19.

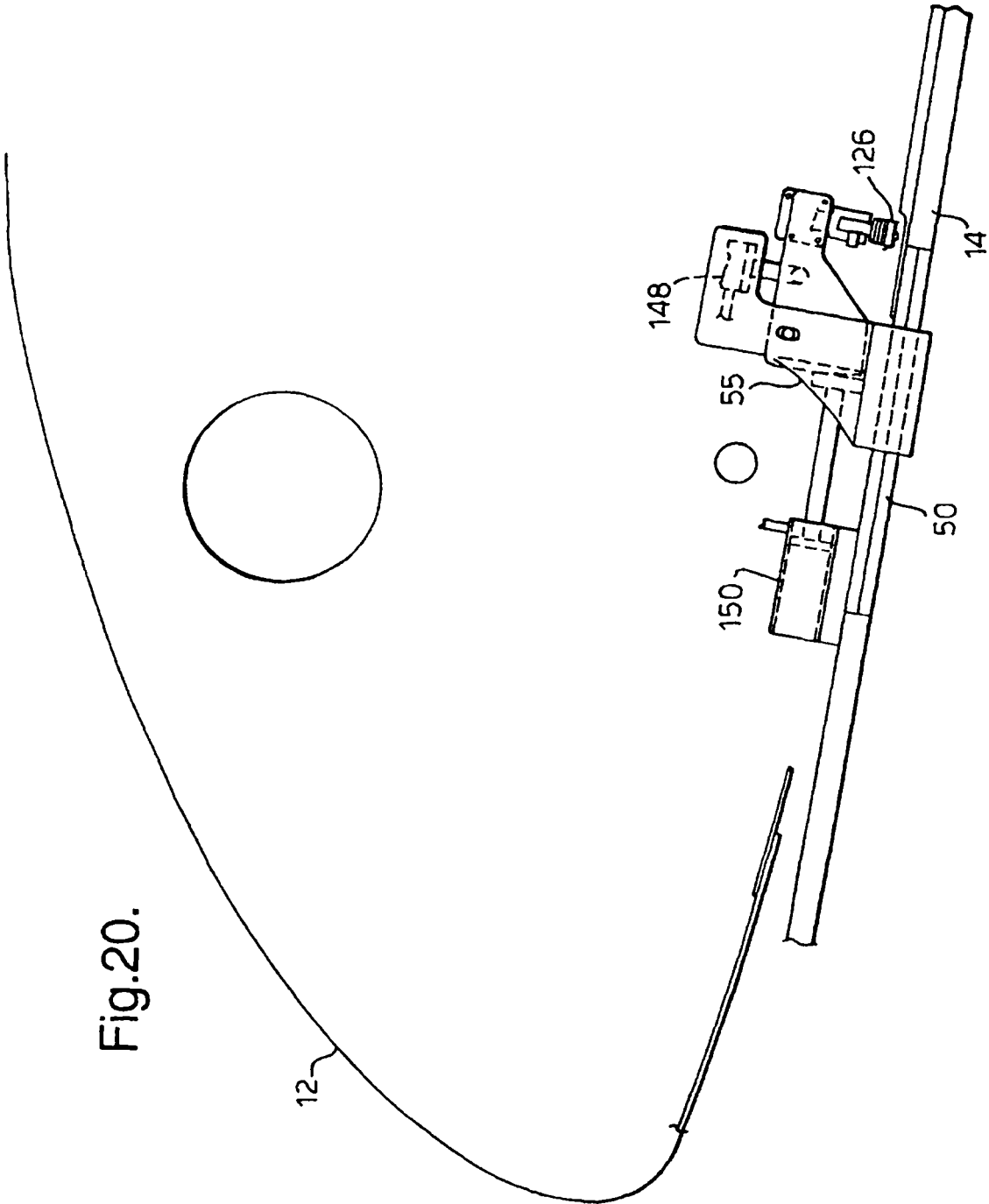


Fig.20.