

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 216**

51 Int. Cl.:

B23K 1/002 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.07.2011 PCT/FR2011/051768**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.02.2012 WO12022879**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2011 E 11752271 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2017 EP 2598274**

54 Título: **Procedimiento de soldadura de aleación por inducción de piezas de forma compleja y puesto de soldadura de aleación simple y múltiple de puesta en práctica**

30 Prioridad:

29.07.2010 FR 1056270

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

27.09.2017

73 Titular/es:

**SAFRAN HELICOPTER ENGINES (100.0%)
B.P. 2
64510 Bordes, FR**

72 Inventor/es:

MARTIN, AMANDA

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 634 216 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

Procedimiento de soldadura de aleación por inducción de piezas de forma compleja y puesto de soldadura de aleación simple y múltiple de puesta en práctica

Introducción

- 5 La invención concierne a un procedimiento de soldadura de aleación por inducción de piezas que presentan una forma compleja, así como a un puesto de soldadura de aleación apto para llevar a la práctica este procedimiento, tales y como se describen en el documento US-A-2001/0004983.

Este puesto de soldadura de aleación puede ser múltiple para poder efectuar simultáneamente varias soldaduras de aleación.

- 10 El campo de la invención es la soldadura de aleación por inducción para el ensamblaje de piezas y la invención es de aplicación en cualquier perfil de piezas que hayan de ensamblarse, en particular, en las piezas de forma compleja, por ejemplo, que presentan curvaturas. Los materiales tienen que ser soldables con material de aportación, en particular atendiendo a sus puntos de fusión y al de la aleación de soldadura, con una conductividad eléctrica y una permeabilidad magnética suficientes para que pueda operar la soldadura de aleación.

- 15 La inducción electromagnética es, como modo de calentamiento, ventajosa: realizada convencionalmente mediante un generador acoplado a un inductor, permite un rápido aumento de temperatura, un calentamiento relativamente localizado y reproducible, con un bajo coste de operación. Este tipo de calentamiento se aplica en numerosos casos: recocido (tubos, hilos), soldadura (tubos), temple superficial y revenido (engranajes), rectificado (árboles), etc.

- 20 La soldadura de aleación, en principio, consiste en ensamblar dos piezas metálicas por una unión metálica –la aleación de soldadura– de punto de fusión inferior al de las piezas y, para conseguir esto, precisa de la puesta en práctica de unas condiciones estrictas, cualquiera que sea su modo de calentamiento:

un ensamblaje de las piezas según un plano de unión plano sobre plano con juegos fijos entre las piezas,

superficies de piezas exentas de grasas y de óxidos;

- 25 un ciclo térmico fijo, sometido únicamente a la geometría de las piezas y al par de materiales de piezas / aleación de soldadura.

- 30 Tal ciclo térmico consta, convencionalmente, de un aumento de temperatura hasta la temperatura meseta (ligeramente superior a la temperatura de fusión de la aleación de soldadura), de un mantenimiento de temperatura durante un tiempo determinado y de un posterior enfriamiento de duración determinada. Con objeto de impedir la oxidación durante el caldeo, se conocen dos estrategias según la fuerza de la soldadura de aleación deseada: en caso de soldadura de aleación llamada “fuerte”, un “flujo” llamado decapante protege la unión soldada de la oxidación durante el ciclo térmico; en caso de soldadura de aleación llamada “por difusión”, la atmósfera generalmente es controlada bajo gas neutro, por ejemplo bajo argón.

- 35 Se conoce la inducción como modo de calentamiento de la soldadura de aleación para aplicaciones de tipo isótropo, debido a la geometría del inductor, a saber, para ensamblajes de piezas de revolución (tubuladuras, racores, válvulas, etc.) o ensamblajes de piezas de geometría simple y regular, y en atmósfera controlada.

La soldadura de aleación por inducción incluye, en general, un inductor en forma de solenoide que rodea las piezas que han de unirse por soldadura de aleación. El inductor está acoplado a un pirómetro óptico para una regulación de temperatura en función del punto de fusión del flujo de aleación de soldadura.

- 40 Semejante estrategia no permite ampliar la gama de aplicaciones de la soldadura de aleación por inducción a ensamblajes de piezas de forma compleja, en particular, piezas de perfil complejo, que no presentan eje de revolución o de simetría, sino un plano de unión “evolutivo”, es decir, no plano.

Explicación de la invención

- 45 La invención, justamente, está encaminada a realizar una soldadura de aleación de piezas de perfil complejo, con juegos entre las piezas que pueden variar y ciclos de caldeo que pueden ser extremadamente cortos, por tanto, utilizando un calentamiento del tipo de inducción, al propio tiempo que permite definir unas condiciones de puesta en práctica reproducibles en la producción.

Para lograr estos objetivos, la invención prevé, en especial, adaptar el ciclo térmico a lo largo de la soldadura de aleación mediante una regulación y una comprobación de la homogeneización de temperatura por una cartografía térmica, teniendo en cuenta el coeficiente de emisividad del material que ha de unirse por soldadura de aleación.

- 50 En virtud de ello, la presente invención tiene por objeto un procedimiento de soldadura de aleación por inducción de piezas que pueden presentar una forma compleja, según la reivindicación 1, y un puesto de soldadura de aleación

para la puesta en práctica del procedimiento según la invención, definido por la reivindicación 6. Este procedimiento consiste en definir un ciclo térmico de caldeo que incluye fases de aumento de temperatura, de meseta y de enfriamiento en función del material que ha de unirse por soldadura de aleación, en depositar un cordón de aleación de soldadura sobre un plano de unión entre las piezas que han de unirse por soldadura de aleación, en ejercer una presión sensiblemente uniforme sobre las piezas que han de unirse por soldadura de aleación una vez reunidas, en disponer de una cartografía térmica del material que ha de unirse por soldadura de aleación que tiene en cuenta las variaciones del coeficiente de emisividad de este material durante el ciclo, para un control de homogeneización del caldeo. Este ciclo térmico se regula entonces por un lazo de realimentación cerrado a partir de una puntería en un punto representativo de caldeo que asimismo tiene en cuenta las variaciones del coeficiente de emisividad del material en este punto y por un caldeo localizado mediante una inducción de forma lo más cerca posible del plano de unión de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación sobre el cual se ha depositado el cordón de aleación de soldadura.

En estas condiciones, el procedimiento de la invención permite elaborar las fases de desarrollo de aplicaciones industriales, merced a la reproducibilidad de los ciclos térmicos. El puesto de soldadura de aleación, que era un puesto "cuello de botella" en cuanto a duración y a coste en producción pasa a ser un puesto "fluido". Además, el índice de no calidad (abreviado, INC) de la soldadura de aleación queda rebajado del 30-40 % a menos del 3 %, haciéndose despreciables los costes residuales de NC. Adicionalmente, se aumenta la seguridad respecto a los riesgos eléctrico, térmico y magnético.

De acuerdo con unas formas particulares de puesta en práctica:

- la toma en cuenta del coeficiente de emisividad del material que ha de unirse por soldadura de aleación con la temperatura se efectúa mediante calibración de la variación del coeficiente de emisividad en función de la temperatura de este material con respecto a un cuerpo negro a partir de los respectivos flujos de radiaciones obtenidos a las mismas temperaturas;
- la inducción de caldeo se localiza en la proximidad de zonas de aleación de soldadura por realizar que se extienden según el plano de unión;
- el punto representativo de caldeo se selecciona en la proximidad del plano de unión;
- la soldadura de aleación se define mediante parámetros prefijados de geometría y de posicionamiento relativo de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación y de la inducción de forma, así como del estado superficial de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación.

Ventajosamente, tal procedimiento permite reducir sensiblemente la cantidad de aleación de soldadura, mejorando la calidad de la operación. La invención se refiere asimismo a un puesto de soldadura de aleación para la puesta en práctica del citado procedimiento. Tal puesto incluye un generador de potencia eléctrica, apto para suministrar una tensión determinada a un transformador en el que está conectado un circuito conductor determinante de un inductor de forma. Este circuito posee una conformación de conjunto adaptada para corresponderse con la de las zonas de aleación de soldadura, la pieza que ha de unirse por soldadura de aleación va dispuesta sobre un soporte de pieza del utillaje. Unos medios de presión son aptos para ejercer un esfuerzo determinado y sensiblemente constante sobre las piezas que han de unirse por soldadura de aleación. La temperatura de las piezas a lo largo de la soldadura de aleación se mide mediante un pirómetro de infrarrojos con puntería láser, y un regulador es apto para entregar una consigna de regulación de potencia al generador en función de la temperatura medida. Ventajosamente, el puesto es portátil y, por tanto, fácilmente transportable para operar en el terreno, en particular cuando la soldadura de aleación no precisa de la presencia de un gas inerte. El pirómetro es de puntería láser con el fin de eludir cualquier perturbación de la regulación relacionada con el caldeo de materiales cercanos.

De acuerdo con unas formas de realización particulares:

- la cartografía térmica se mide mediante una cámara de infrarrojos en la fase de ajuste de los parámetros de soldadura de aleación, antes del inicio de la fabricación en serie, para prefijar estos parámetros;
- el inductor está constituido a partir de una estructura metálica de sección rectangular, preferentemente cuadrada, de lado inferior a 1 cm, determinada a partir de tramos lineales enlazados por soldadura, que en su conjunto se amolda a la forma del plano de unión de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación;
- en correspondencia con las interconexiones angulares del inductor se hallan dispuestos concentradores de campo, con el fin de eliminar las zonas de fuga;
- el inductor queda posicionado a una distancia de la cubierta que ha de unirse por soldadura de aleación que no rebasa 2 mm;
- los medios de presión constan de una contera de apriete provista de dedos aislantes dotados de muelles que pasan a presionar contra una cara de una de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación,

al objeto de ejercer un esfuerzo determinado y sensiblemente constante sobre el conjunto de las dos piezas;

- ventajosamente dispuestas en la proximidad de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación, se hallan unas boquillas de aire comprimido con el fin de acelerar el enfriamiento para reducir los tiempos de ciclo, tan pronto como el valor de la temperatura excluye todo riesgo de temple de los materiales del ensamblaje.

Un puesto de soldadura de aleación múltiple incluye ventajosamente varios inductores anteriormente definidos, al objeto de unir simultáneamente por soldadura de aleación varias uniones de una misma pieza. Ventajosamente, se pueden poner en común un generador, un transformador y un regulador.

- 10 La invención tiene particular aplicación en la soldadura de aleación de cubiertas de palas de álabes de turbina, también denominadas distribuidores.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán con la lectura de la descripción que sigue y que se refiere a un ejemplo de realización, con referencia a las figuras que se acompañan, que ilustran:

- 15 la figura 1, una vista esquemática de un ejemplo de instalación de puesto de soldadura de aleación según la invención;

la figura 2, una vista en perspectiva de una pala de distribuidor y de la cubierta que ha de unirse por soldadura de aleación, posicionadas sobre un soporte adecuado;

- 20 la figura 3, una vista desde arriba de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación según la figura 2 con un inductor de forma según la invención;

la figura 4, una vista esquemática en perspectiva del utillaje de sujeción y de apriete durante la soldadura de aleación y

la figura 5, un diagrama de bloques de puesta en práctica del procedimiento de soldadura de aleación de la invención.

25 Descripción detallada de un ejemplo de realización

Haciendo referencia a la figura 1, una instalación según la invención incluye equipos de caldeo dispuestos dentro de un recinto 10 en atmósfera libre, dotado de una puerta de acceso 30 que puede ser bloqueada mediante un cerrojo 9 por razones de seguridad, así como equipos de alimentación eléctrica fuera del recinto: un generador de potencia 40 de alta frecuencia para propiciar las corrientes de superficie, acoplado, aguas arriba, a un regulador de potencia 50 y, aguas abajo, a un transformador 60, pudiendo este último estar integrado dentro del recinto 10 –en forma de 30
cabecera de transformador– en la proximidad de los equipos de caldeo, como en el ejemplo ilustrado. El regulador 50 controla la regulación y sigue la evolución de las soldaduras de aleación en curso. Una unidad de proceso de datos 70, dotada de un terminal de visualización 72, permite grabar datos de ciclos de caldeo y coeficientes de emisividad de los principales materiales de aleación de soldadura en función de la temperatura.

- 35 Los equipos de caldeo constan de un inductor 11 montado entre los bornes del transformador 60 y de un pirómetro de infrarrojos bicromático con puntería láser 12 acoplado al regulador 50. El inductor 11 se halla dispuesto encarado con una mesa 14 –dotada de una bancada 14a de desplazamiento de 2 ejes–. Las piezas que han de unirse por soldadura de aleación se depositan en un soporte 5 de material aislante refractario asentado sobre la mesa 14. Ventajosamente dispuestas entre el inductor 11 y la mesa 14, se hallan unas boquillas de aire comprimido 15a y 15b. Estas boquillas están unidas a un compresor 15c pilotado por el regulador 50.

Los equipos de presión comprenden una contera 16 que, montada verticalmente sobre muelle (véase la figura 4), pasa a través del inductor 11 y se alza sobre el soporte 5. Esta contera está dotada de seis dedos de contacto 18, de material termoaislante, montados sobre muelles de altura regulable con el fin de permitir que el conjunto de los dedos ejerza un esfuerzo sensiblemente uniforme sobre la pieza que ha de unirse por soldadura de aleación.

- 45 El ejemplo que sigue se refiere a la soldadura de aleación de una cubierta de pala de distribuidor de turbina de gas. Un distribuidor de turbina está constituido a partir de palas que determinan un conjunto fijo de álabes y de dos anillos, estando las palas provistas de pies montados sobre el anillo interior. La función del distribuidor es desviar la corriente de aire recibida en el borde de ataque entre las caras de las palas, con el fin de orientar el flujo de aire del conjunto de palas dotado de movimiento giratorio.

- 50 La vista en perspectiva de la figura 2 ilustra la colocación de las piezas –una pala 3 y su cubierta 4– en un soporte 5 de material refractario, antes de proceder a la soldadura de aleación. La pala y la cubierta son en su conjunto, en vista superior, de forma trapecial. La pala 3 presenta dos caras principales, una cara intradós cóncava 32 y una cara

extradós convexa (no visible en las figuras) con un borde de ataque Ba y un borde de salida Bf que delimitan estas caras. La cubierta 4 se materializa en una pared plana.

5 Sobre las bases del trapecio, la pala está respectivamente equipada con una cabeza 34 y con un pie 36 en el que se acopla a presión un tapón 37. La cara intradós 32 de la pala 3 incluye una serie de canales abiertos 38, o respiraderos, dispuestos paralelamente para desembocar en la proximidad del borde de salida Bf de la pala 3.

10 El soporte 5 presenta una cara superior 5a que se amolda a la cara extradós de la pala, de modo que la pala quede bien afianzada. La cara intradós 32 de la pala alberga un cordón de aleación de soldadura 6 (en líneas discontinuas) con la forma inicial de una lámina depositada sobre el plano de unión C, inmediatamente en el interior del contorno de la cubierta 4 del plano de unión de esta cara 32. La cubierta 4 se asienta asimismo sobre el plano de unión de la cara 32 por intermedio del cordón de aleación de soldadura. En el ejemplo, la aleación de soldadura es una aleación basada en plata al 50 %, y las piezas que han de unirse por soldadura de aleación son de aleación de cobre-cobalto-berilio.

15 El inductor 11 se materializa en forma de un circuito de conformación adaptada en su conjunto a la conformación del plano de unión de una cubierta y de una pala, tal y como se ilustra mediante la vista superior de la figura 3 y la vista en perspectiva de la figura 4. Este circuito 11 consta de tramos 11a de tubos de cobre de sección cuadrada, de lado inferior, aunque cercano, a 1 cm. Los tramos son lineales y están enlazados por soldadura, al objeto de adaptarse en su conjunto al contorno de la pieza que ha de unirse por soldadura de aleación 3 dispuesta sobre el soporte 5. En la figura 3, se pone asimismo de manifiesto el rastro de los dedos de contacto 18 y del punto representativo 7 de puntería pirométrica en la proximidad del plano de unión.

20 Así, el inductor 11 posee una conformación de conjunto adaptada que permite aproximarse lo más cerca posible, sin contacto, a las zonas longitudinales de aleación de soldadura. De este modo, el inductor consta, en este punto, de cuatro tramos principales, T1 a T4, en su conjunto en un mismo plano horizontal H1 paralelo a XOY. De manera general, tal conformación y geometría del inductor permiten aproximarse a las piezas que han de unirse por soldadura de aleación con un entrehierro inferior a 2 mm, mientras que la técnica anterior prevé guardar una distancia de aproximadamente 2 cm. El entrehierro puede variar en función de diferentes parámetros: composición y cantidad de aleación de soldadura, ciclo de caldeo, geometría de las piezas, y de la intensidad de la corriente inducida, etc.

30 Los tramos T1 a T4 determinan, en vista superior, una "U" y están conectados en posición extrema al transformador (no representado). La intensidad de la corriente y la tensión alterna suministrada por el transformador están adaptadas a las dimensiones y a la naturaleza de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación y de la aleación de soldadura, con el fin de crear un campo magnético y, por tanto, una corriente inducida de intensidades apropiadas para los materiales. Ventajosamente, se hallan dispuestos concentradores de campo de ferrita 8 en los tramos, y más exactamente, en correspondencia con las interconexiones A de estos tramos, para limitar las zonas de fuga y concentrar la corriente inducida en las zonas de aleación de soldadura.

35 Tal como se ilustra mediante la figura 4, unos muelles 19 mantienen en extensión los dedos de contacto 18 guiados por la contera 16. Por otro lado, a través de la contera 16 es pasante una lumbrera 80 que permite el paso del rayo láser del pirómetro de infrarrojos (no representado).

40 El utillaje antes descrito puede ser llevado a la práctica según el diagrama de bloques ilustrado en la figura 5, que rescata los equipos principales descritos con referencia a la figura 1: el generador de potencia 40, el transformador 60 y el inductor 11 acoplados conjuntamente; el pirómetro 12 de medida de la radiación R, el regulador 50 unido al generador 40 y la unidad de proceso de datos 70 para archivo acoplado al terminal de visualización 72 en tiempo real de los ciclos térmicos.

45 Los parámetros de la soldadura de aleación –dimensiones y geometría del inductor 11, estado superficial de las piezas 3 y 4 (desengrase, decapado,...), deposición de aleación de soldadura 6 en el plano de unión en forma de láminas, deposición de la cubierta sobre la pala, entrehierro entre los equipos y las piezas que han de unirse por soldadura de aleación, esfuerzo ejercido por la contera de presión sobre las piezas– son prefijados antes de la puesta en marcha del ciclo térmico. En el ejemplo, el entrehierro es sensiblemente igual a 1 mm y la presión está fijada a 0,02 N por dedo, esto es, 0,12 N para el conjunto de los dedos.

50 El generador 60, en este punto, de potencia igual a 6 kW, suministra una tensión U1, que es transformada en una tensión alterna por el transformador 60. Este transformador aplica la tensión U1 en bornes del inductor 11. La corriente inducida desprende entonces, por efecto Joule, en el cordón de soldadura de aleación 6 entre las piezas 3 y 4 que han de unirse por soldadura de aleación, una temperatura suficiente para licuar la aleación de soldadura entre estas piezas y provocar la soldadura de aleación.

55 La homogeneidad de la temperatura de la unión soldada determinada es seguida ventajosamente por la cámara de infrarrojos 13, que transmite a la unidad de proceso 70 una imagen de la zona de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación. El seguimiento de homogeneidad del caldeo se realiza ventajosamente mediante comparación entre la imagen transmitida por la cámara a lo largo del caldeo y una cartografía térmica establecida

con anterioridad. Se pueden establecer y grabar previamente cartografías para diferentes ciclos térmicos, y también grabar previamente en la unidad de proceso diferentes materiales que hayan de soldarse por soldadura de aleación.

5 El control de la regulación térmica se efectúa a partir de las medidas de temperatura efectuadas por el pirómetro 12 y transmitidas al regulador 50. Merced a la cartografía establecida previamente por la cámara IR, se elige como punto de mira del pirómetro 7 (figura 3) un punto representativo del caldeo, situado en el plano de unión en la proximidad de la unión.

10 Los valores de temperatura medidos por el pirómetro y la cámara de infrarrojos son corregidos durante la fase de enfoque, con la simulación de un cuerpo negro, con el fin de eludir la variación del coeficiente de emisividad de la radiación con la temperatura. Para conseguir esto, se recubre el ensamblaje con una pintura que tiene un coeficiente de emisividad cercano a "1" para simular un cuerpo negro. Entonces se definen los ajustes de un caldeo reproducible. Seguidamente, con los ábacos de los coeficientes de emisividad de las principales aleaciones como valor de partida, se gradúa el coeficiente exacto en orden a reproducir el ciclo obtenido anteriormente.

15 El ciclo térmico que ha de aplicarse se parametriza en el regulador 50: duraciones del aumento de temperatura, de la meseta y del enfriamiento, temperaturas en los extremos de estas duraciones. Ventajosamente, el ciclo se puede seleccionar de entre unos ciclos grabados previamente. A cada medición de temperatura mediante el pirómetro, es estimada por el regulador 50 la desviación entre el valor medido –corregido por el factor de emisividad– y el valor esperado en el instante del ciclo. Mediante el regulador se elabora una consigna de regulación de potencia, apta para reducir esta desviación a cero, y se transmite al generador 40, que ajusta su potencia a la señal de consigna así transmitida.

20 En el ejemplo, la duración total del ciclo no excede de 5 min, con un aumento de temperatura de 1 min, una meseta de 1 min y un enfriamiento de 3 min. La temperatura de la meseta se estabiliza dentro del intervalo 680 – 720 °C con la aleación de soldadura basada en plata. El enfriamiento es libre hasta aproximadamente 300 °C, ya que un enfriamiento forzado podría acarrear un "temple" del material.

25 La invención no queda limitada a los ejemplos descritos y representados. Es posible prever, por ejemplo, una automatización de la soldadura de aleación utilizando un control numérico, con posibilidad de ser interrumpida manualmente o por un autómatas en cualquier momento, a partir de la unidad de proceso de los datos. Después de la entrada de todos los parámetros prefijados que permanecerán prefijados durante la operación y la introducción de los datos relativos a los materiales de la aleación de soldadura utilizada y de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación, el lazo de regulación del ciclo térmico escogido es iniciado por el comando y controlado por la
30 unidad de proceso. El seguimiento cartográfico permite comprobar la robustez del procedimiento. Se comprueba la conformidad con el modelo previamente grabado y, en caso de superación de desviación de temperatura más allá de un umbral predeterminado, se puede disparar una alarma visual o sonora.

35 Además, mediante el procedimiento y el utillaje según la presente invención se pueden pilotar numerosas operaciones de soldadura de aleación, en particular, las soldaduras de aleación que no precisan de atmósfera controlada. Adicionalmente, la soldadura de aleación de piezas puede tener lugar en un rango de temperaturas considerables, por ejemplo entre 500 y 800 °C.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de soldadura de aleación por inducción de piezas (3, 4) que pueden presentar una forma compleja, que comprende las etapas consistentes en depositar un cordón de aleación de soldadura sobre un plano de unión (C) entre las piezas (3, 4) que han de unirse por soldadura de aleación, en ejercer una presión sensiblemente uniforme sobre las piezas que han de unirse por soldadura de aleación, y en localizar el caldeo mediante una inducción de forma (11) lo más cerca posible del plano de unión de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación (4) sobre el cual se ha depositado el cordón de aleación de soldadura, caracterizado por que incluye las etapas consistentes en definir un ciclo térmico de caldeo que incluye fases de aumento de temperatura, de meseta y de enfriamiento en función del material que ha de unirse por soldadura de aleación (6), en disponer de una cartografía térmica del material que ha de unirse por soldadura de aleación que tiene en cuenta las variaciones del coeficiente de emisividad de este material durante el ciclo para un control de homogeneización del caldeo, y en regular seguidamente este ciclo térmico mediante un lazo de realimentación cerrado a partir de una puntería en un punto representativo de caldeo (7) que también tiene en cuenta las variaciones del coeficiente de emisividad del material en este punto y mediante dicha localización del caldeo.
2. Procedimiento de soldadura de aleación por inducción según la reivindicación 1, en el que la toma en cuenta del coeficiente de emisividad del material que ha de unirse por soldadura de aleación con la temperatura se efectúa mediante calibración de la variación del coeficiente de emisividad en función de la temperatura de este material con respecto a un cuerpo negro a partir de los respectivos flujos de radiaciones obtenidos a las mismas temperaturas.
3. Procedimiento de soldadura de aleación por inducción según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la inducción de caldeo se localiza en la proximidad de zonas de aleación de soldadura que se extienden según porciones longitudinales del plano de unión (C).
4. Procedimiento de soldadura de aleación por inducción según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el punto representativo de caldeo (7) se selecciona en la proximidad del plano de unión (C).
5. Procedimiento de soldadura de aleación por inducción según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que la soldadura de aleación se define mediante parámetros prefijados de geometría y de posicionamiento relativo de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación y de la inducción de forma, así como del estado superficial de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación.
6. Puesto de soldadura de aleación para la puesta en práctica del procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, que incluye un generador de potencia eléctrica (40), apto para suministrar una tensión determinada (U1) a un transformador (60) en el que está conectado un circuito conductor determinante de un inductor de forma (11), poseyendo este circuito una conformación de conjunto que se corresponde con la de unas zonas longitudinales de aleación de soldadura definidas por un contorno (C) de pieza que ha de unirse por soldadura de aleación dispuesta sobre un soporte (5), unos medios de presión (16 a 18) aptos para ejercer sobre las piezas que han de unirse por soldadura de aleación (3, 4) un esfuerzo determinado y sensiblemente constante, caracterizado por que un pirómetro de infrarrojos con puntería láser (12) mide la temperatura de la soldadura de aleación y por que un regulador (50) es apto para entregar al generador (40) una consigna de regulación de potencia en función de la temperatura medida y de una cartografía térmica del material que ha de unirse por soldadura de aleación, grabada previamente en una unidad de proceso (70), teniendo en cuenta dicha cartografía las variaciones del coeficiente de emisividad de este material durante el ciclo para un control de homogeneización del caldeo.
7. Puesto de soldadura de aleación según la anterior reivindicación, en el que la cartografía térmica se mide mediante una cámara de infrarrojos (13) en una fase de ajuste de los parámetros de soldadura de aleación, antes del inicio de la fabricación en serie, para prefijar unos parámetros de soldadura de aleación.
8. Puesto de soldadura de aleación según una de las reivindicaciones 6 ó 7, en el que el inductor (11) está constituido por una estructura metálica de sección rectangular, determinada a partir de tramos lineales (T1 a T4) articulados por soldadura y que en su conjunto se amoldan a la forma del plano de unión de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación (3, 4).
9. Puesto de soldadura de aleación según la anterior reivindicación, en el que la estructura metálica del inductor (11) es de sección cuadrada de lado inferior a 1 cm.
10. Puesto de soldadura de aleación según una de las reivindicaciones 8 ó 9, en el que, en correspondencia con las interconexiones angulares (A) del inductor (11), se hallan dispuestos concentradores de campo (8).
11. Puesto de soldadura de aleación según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que los medios de presión constan de una contera de apriete (16) provista de dedos aislantes (18) dotados de muelles (19) que hacen presión contra una cara de una de las piezas (4) que han de unirse por soldadura de aleación, al objeto de ejercer un esfuerzo determinado y sensiblemente constante sobre el conjunto de las dos piezas (3, 4).

12. Puesto de soldadura de aleación según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, en el que, en la proximidad de las piezas que han de unirse por soldadura de aleación (3, 4), se hallan dispuestas unas boquillas de aire comprimido (15a, 15b) para acelerar el enfriamiento.
- 5 13. Puesto de soldadura de aleación múltiple que incluye varios inductores de un puesto según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, caracterizado por que es apto para unir simultáneamente por soldadura de aleación varias uniones de una misma pieza.
14. Puesto de soldadura de aleación múltiple según la anterior reivindicación, en el que están puestos en común para todos los utillajes un generador, un transformador y un regulador.

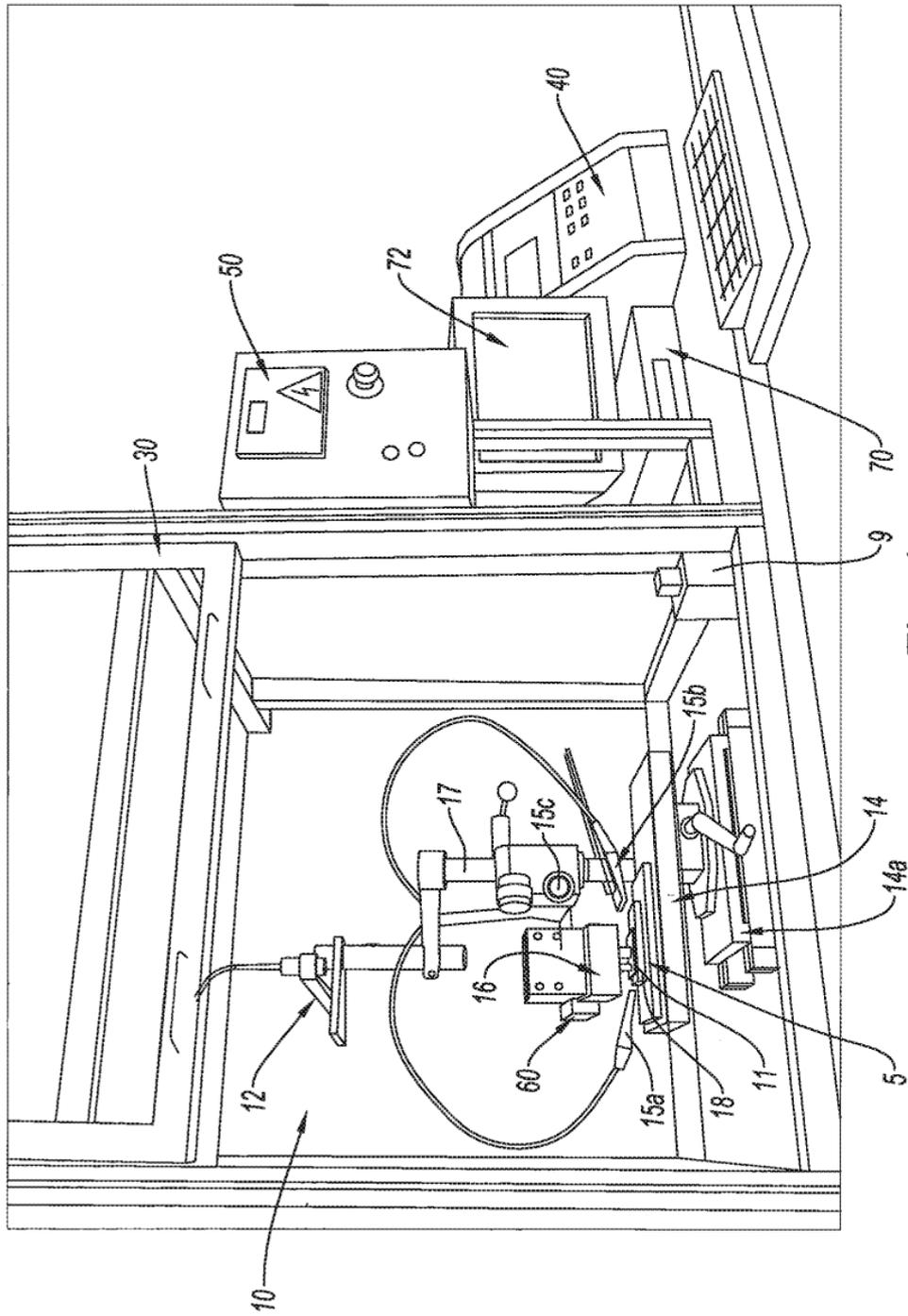


Fig. 1

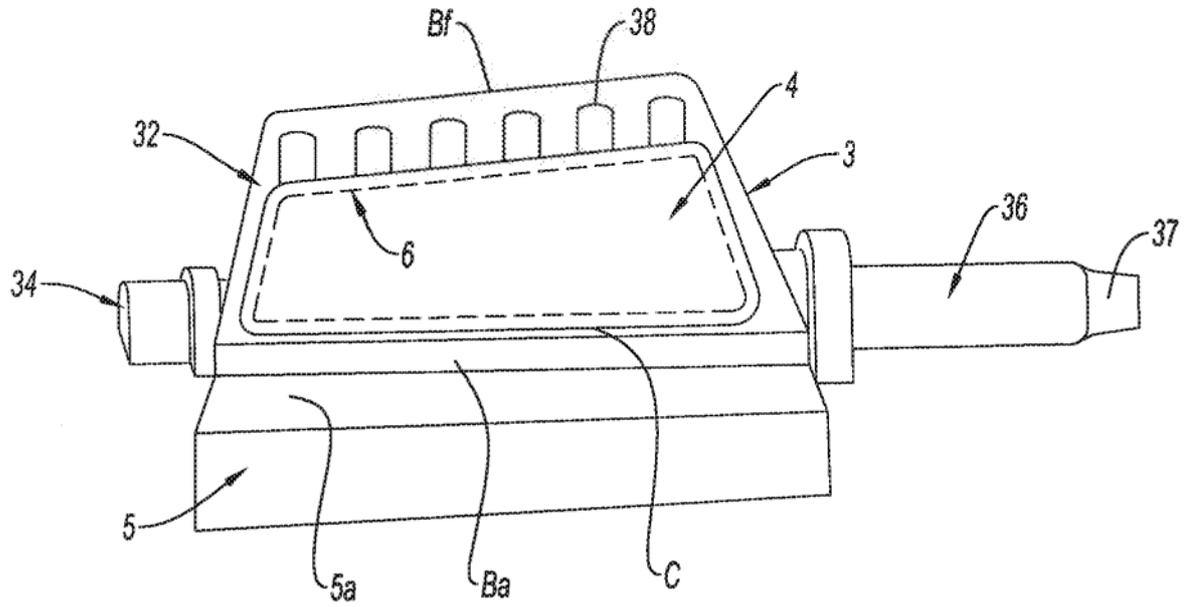


Fig. 2

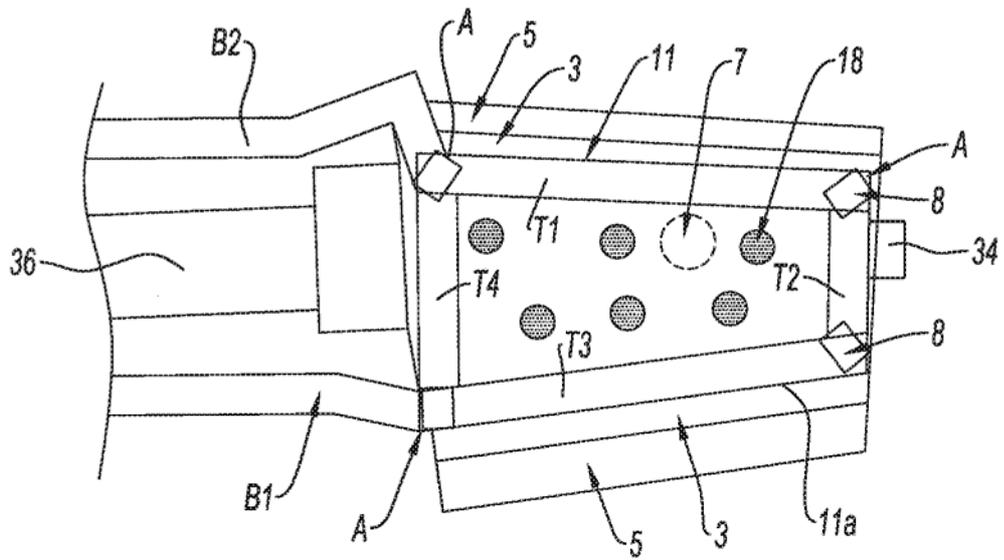


Fig. 3

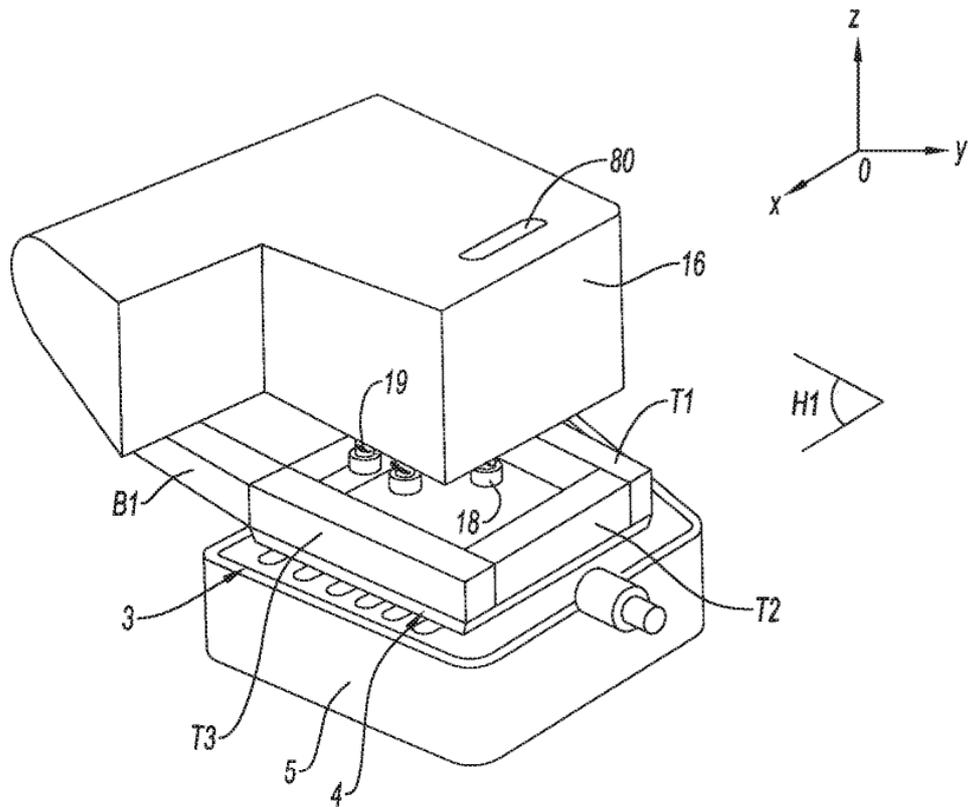


Fig. 4

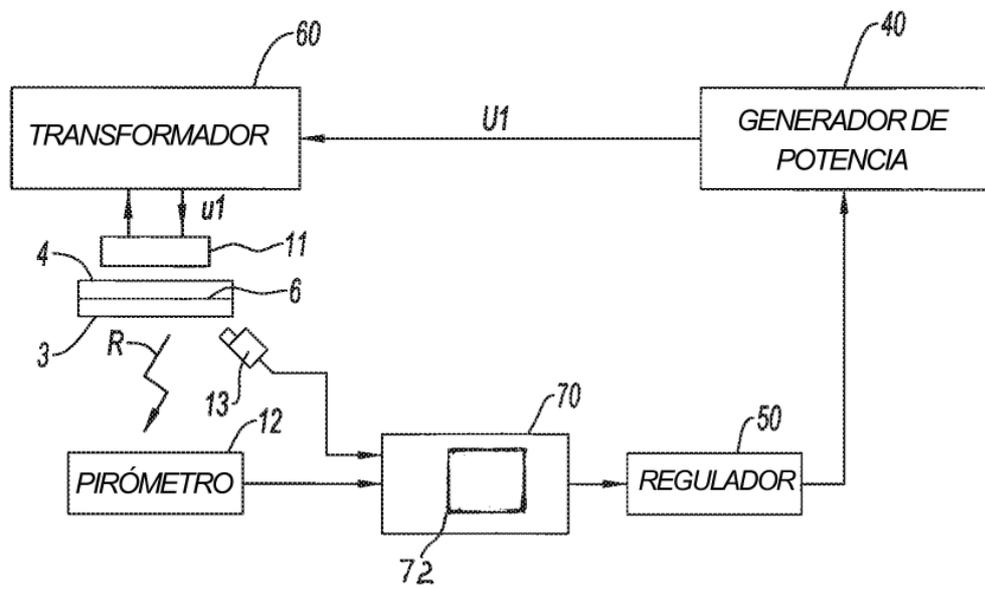


Fig. 5