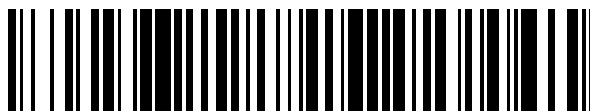


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 155**

51 Int. Cl.:

B29C 65/18 (2006.01)

B29K 105/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.02.2013 PCT/FR2013/050433**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.09.2013 WO13128140**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2013 E 13713938 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 2819832**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la soldadura a alta temperatura de un rigidizador en un panel compuesto de matriz termoplástica**

30 Prioridad:

29.02.2012 FR 1251875

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

30.04.2019

73 Titular/es:

**DAHER AEROSPACE (100.0%)
23 Route de Tours
41400 Saint Julien De Chedon, FR**

72 Inventor/es:

**KURTZ, DIDIER y
VAUDOUR, JULIE**

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 711 155 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 y dispositivo para la soldadura a alta temperatura de un rigidizador en un panel compuesto de matriz termoplástica

5 La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la soldadura a alta temperatura de un rigidizador en un panel compuesto de matriz termoplástica. La invención está destinada más particularmente pero no exclusivamente a la fabricación de paneles rigidizados constituidos por un material compuesto con refuerzo fibroso, dichos paneles se utilizan como elementos de estructura para el fuselaje o las alas de una aeronave.

10 Los paneles rigidizados comprenden una piel cuyo espesor es del orden de $1/1000^{\circ}$ de la dimensión más pequeña del panel, panel cuya superficie es del orden del m^2 . Esta piel está rigidizada por perfiles cuya sección transversal comprende una suela capaz de apoyarse en una cara de la piel y alas que se extienden en sección en un plano perpendicular a la suela. A modo de ejemplo, la sección de un tal rigidizador es en forma de «T», de «I», de «L», de «Z» o de omega (Ω) ensamblados a la piel por su suela, de forma que dichos perfiles se extienden según una dirección, llamada longitudinal, sensiblemente paralela a la dimensión más grande de la piel. Según diferentes ejemplos de realización, dicha piel tiene alternativamente forma general plana, formada según una forma desarrollable o según una forma no desarrollable denominada en doble curvatura. Los rigidizadores longitudinales, corrientemente designados con el término «larguerillo», se extienden longitudinalmente según una dirección correspondiente sensiblemente a la dirección de menor curvatura de la piel. Finalmente, la piel puede comprender variaciones de espesor que se traducen, en concreto, por escalones en la cara de la piel sobre la cual se apoya la suela de los rigidizadores. Si en el caso de un panel rigidizado constituido por un material metálico, estos larguerillos están, con mayor frecuencia, ensamblados a la piel por remachado, en el caso de un panel constituido por un material compuesto con refuerzo fibroso los rigidizadores longitudinales están preferentemente ensamblados a la piel sin la intervención de fijaciones mecánicas, en concreto por pegado o por soldadura. A título de ejemplo, el documento EP-A-2 268 471 describe un procedimiento de ensamblaje por cococción de un rigidizador y de una piel para la fabricación de un panel rigidizado, el rigidizador y la piel con refuerzo fibroso en una matriz termoendurecible. La copolimerización de la matriz del rigidizador y de la matriz de la piel permite, durante esta operación de cococción, realizar una soldadura del rigidizador sobre la piel, en la que la unión se realiza mediante el material que constituye la matriz termoendurecible. Este procedimiento necesita un utillaje complejo, denominado integral, capaz de conservar la integridad geométrica tanto de la piel como del rigidizador durante la operación de cococción, dicho utillaje comprende en concreto núcleos situados en los volúmenes comprendidos entre la piel y la cara interna de las alas del rigidizador en omega. Este utillaje, cuya superficie es al menos igual a la superficie del panel tiene un coste de realización muy elevado y es específico a una referencia de panel dada, sin embargo, una aeronave puede comportar varias centenas de referencias de paneles.

El documento WO 2010/094808 describe un procedimiento y un dispositivo adaptados a la unión localizada de un rigidizador en una piel de material compuesto termoendurecible, en concreto con vistas a una reparación. Dicho dispositivo impone una presión sobre el conjunto de la sección del rigidizador, de forma que cuando dicho rigidizador comporta una sección hueca, esta debe estar sostenida por la inserción de un núcleo en dicha sección.

Los materiales compuestos con matriz termoplástica, más particularmente cuando esta matriz está constituida por un polímero de alto rendimiento tal como el polietercetona o PEEK, presentan propiedades mecánicas, como la resistencia a los impactos, y un comportamiento al fuego ventajoso que hacen de ellos candidatos particularmente interesantes para las aplicaciones aeronáuticas como materiales de estructura. Sin embargo, para obtener el ensamblaje de los rigidizadores sobre la piel de un tal panel de matriz termoplástica, la matriz debe llevarse a una temperatura superior a su temperatura de fusión. Por un lado, esta temperatura es elevada, del orden de $400^{\circ}C$ para una matriz PEEK, lo que complica el diseño del utillaje en concreto en lo que respecta al control de las dilataciones térmicas. Por otro lado, la necesidad de llevar la matriz a fusión y la eventual expansión del polímero fundido necesitan que el utillaje sea a la vez estanco y que permita el control de los volúmenes al tiempo que conserva la posición de los refuerzos durante las diferentes fases de la operación de ensamblaje entre los estados condensados y líquidos de la matriz. Estos problemas técnicos constituyen frenos para la utilización de materiales compuestos con matriz termoplástica para la constitución de paneles rigidizados de gran dimensión.

El documento «Nahtloses Fügen von FVStrukturen» Michael Weiss, Diplomarbeit Nr. 06-003, describe un dispositivo de soldadura de dos piezas constituidas por un material compuesto. Las caras soldadas se presionan entre un yunque y un punzón mediante un cojín de material viscoelástico, la presión ejercida por el yunque y el punzón es perpendicular a la presión de sujeción de las interfaces que realizan la soldadura.

El documento «Met continue vezels versterkte thermoplasten» Van Dreumel WH, Kunststoff & Rubber, Vol. 40 n°2, 1987-02-01 describe un dispositivo y un procedimiento para la soldadura de un rigidizador que comporta una suela en una piel, la piel y el rigidizador están constituidos por un compuesto que comprende una matriz constituida por un polímero termoplástico. Este dispositivo comporta un punzón de calentamiento, un yunque y medios de presión capaces de realizar un apriete entre el punzón y el yunque.

La invención busca resolver los inconvenientes de la técnica anterior y para ello se refiere al dispositivo según la

reivindicación 1.

5 Así, mediante la combinación del calentamiento localizado de la suela del rigidizador y del enfriamiento del yunque, el dispositivo objeto de la invención permite calentar de manera localizada la interfaz entre la suela del rigidizador y la piel, y por la aplicación localizada de la presión de apriete, permite realizar la soldadura y contener la expansión del polímero que constituye la matriz durante la operación de soldadura, las partes del rigidizador y de la piel no sometida a la soldadura se mantienen rígidas. Las dimensiones reducidas lateralmente del punzón y del yunque permiten reducir muy claramente el coste de fabricación del utillaje, reducir su inercia térmica global y así reducir los tiempos de ciclo, pero también permiten garantizar una presión uniforme de contacto en la zona de soldadura. El dispositivo objeto de la invención puede asimismo adaptarse a varias referencias de piezas cambiando simplemente las interfaces de contacto del punzón y del yunque.

15 La invención se refiere asimismo a un procedimiento de implementación del dispositivo objeto de la invención, para la soldadura de un rigidizador que comporta una suela sobre una piel, en el que la piel y el rigidizador están constituidos por un compuesto que comprende una matriz constituida por un polímero termoplástico, dicho procedimiento comprende las etapas:

- 20 i. colocar la piel y la suela del rigidizador entre el yunque y el punzón;
- ii. activar el elemento de calentamiento de forma que se lleva la parte de la suela expuesta al calor a una temperatura T_f igual o superior a la temperatura de fusión de la matriz durante un tiempo t ;
- iii. aplicar un apriete determinado entre la suela y la piel mediante el punzón y el yunque;
- iv. soltar la presión entre el punzón y el yunque cuando la temperatura en la interfaz entre la suela y la piel es inferior o igual a la temperatura de transición vítrea del polímero que constituye la matriz del compuesto.

25 Este procedimiento permite, al controlar la temperatura T_f y el tiempo t , obtener un perfil de difusión del calor trapezoidal en la suela del rigidizador y limitar la zona afectada térmicamente por la soldadura en la piel de forma que se mantenga después de la soldadura la compacidad nominal del material compuesto y que se eviten, en concreto, los fenómenos de escurrimiento.

30 La invención se implementa ventajosamente según las realizaciones expuestas a continuación las cuales se pueden considerar individualmente o según cualquier combinación técnicamente operante.

35 Ventajosamente, la anchura del yunque es sensiblemente igual a la anchura de la suela del rigidizador. Así, el yunque es capaz de aplicar una presión muy localizada en una zona correspondiente precisamente a la zona afectada térmicamente.

40 Ventajosamente, el yunque está constituido por un material cuya efusividad térmica es como mínimo 10 veces superior a la efusividad térmica de los materiales compuestos que constituyen la piel y el rigidizador. Así, el yunque además de su función mecánica cumple una función de pozo de calor al evitar que la piel se desconsolidé en todo su espesor durante la operación de soldadura.

45 Según una realización ventajosa, el yunque comprende un circuito para la circulación de un fluido. Así, el yunque puede enfriarse y su temperatura se puede controlar de forma que se domine la transferencia térmica a través de la piel.

Según una realización ventajosa del dispositivo objeto de la invención, adaptado a una implementación en gran serie, la mesa de prensado comprende una parte constituida por un material cerámico. Esta realización permite obtener una interfaz de prensado térmicamente aislante y estable dimensionalmente al tiempo que presenta una excelente resistencia al desgaste y es duradera.

50 Según otra realización adaptada a la realización de paneles de forma más compleja, la mesa de prensado comprende una parte constituida por un material que comprende al menos un 90 % de mica. Este tipo de material compuesto presenta características de aislamiento térmico y de dilatación comparables al anterior, pero es fácilmente mecanizable y por tanto adaptable en forma.

55 El elemento de calentamiento comprende una placa metálica en contacto con la suela del rigidizador, la parte de la mesa de prensado que rodea esta placa metálica está constituida por un material térmicamente aislante. Esto permite una realización sencilla del elemento de calentamiento y una transferencia eficaz y localizada del calor a la suela del rigidizador.

60 El dispositivo objeto de la invención comprende:

- d. un efector adicional capaz de aplicar una presión en un ala del rigidizador.

65 Este está más particularmente adaptado a la soldadura de un rigidizador que comprende un acodado sobre una piel que comporta un escalón.

Este efector adicional permite obligar a la suela del rigidizador, ablandada por la temperatura, a adaptarse a la variación de forma de la piel.

5 Ventajosamente, el efector adicional está constituido por un material cuya efusividad térmica es como mínimo 10 veces superior a la del polímero que constituye la matriz del compuesto. Así, el efector adicional garantiza un enfriamiento eficaz del ala sobre la que actúa, de forma que la conserva en un estado sólido y aplica la presión necesaria para el conformado del rigidizador a la forma de la piel.

10 Ventajosamente, el efector adicional comprende un conducto para la circulación de un fluido de refrigeración. Así, una refrigeración adicional permite conservar el ala en un estado sólido y/o reducir el tiempo de ciclo para realizar la soldadura.

15 Según una realización del procedimiento objeto de la invención, la temperatura T_f es superior de 5 °C a 10 °C a la temperatura de fusión del polímero que constituye la matriz del material compuesto. Así, la temperatura de calentamiento moderada permite aprovechar el tiempo de propagación del calor en la suela para aplicarla sobre la piel y realizar la soldadura y limita asimismo la expansión de la matriz.

20 Según una realización ventajosa del procedimiento objeto de la invención, utilizando un dispositivo cuyo yunque comprende conductos para la circulación de un fluido, este comprende una etapa que consiste en:

v. hacer circular un fluido termoportador en el conducto del yunque durante las etapas ii) a iii).

25 Así, la circulación del fluido permite regular la temperatura del yunque ofreciendo así un parámetro de control adicional para ajustar la distribución de temperatura a la interfaz entre la suela del rigidizador y la piel.

La invención se expone a continuación según las realizaciones preferidas, en ningún caso limitativas, y en referencia a las figuras 1 a 5, en las que:

30 - La figura 1 representa según una vista en perspectiva una porción de un panel rigidizado por un rigidizador en forma de omega;

- la figura 2 es una vista parcial según un corte AA definido en la figura 1, que muestra un ejemplo de realización de un dispositivo que no corresponde al objeto de la invención para el ensamblaje del rigidizador y de la piel del panel de la figura 1;

35 - la figura 3 ilustra según una vista detallada de la figura 2 el reparto esquemático de las temperaturas en el espesor del ensamblaje;

- la figura 4 representa un organigrama que corresponde a las etapas de implementación del procedimiento objeto de la invención;

40 - la figura 5 muestra según una vista parcial en corte AA, un ejemplo de realización del dispositivo objeto de la invención en el que un efector adicional permite la acción de prensado sobre un ala del rigidizador.

45 En la figura 1, según un ejemplo de realización, un panel rigidizado (100) comprende una piel (110) ensamblada con un rigidizador (120), por ejemplo, un perfil en forma de omega (Ω). El panel (100) está aquí representado plano por razones de simplificación gráfica, sin embargo, la invención es aplicable a un panel que presente una curvatura según su dirección transversal (y) o según su dirección longitudinal (x). Sin que esto constituya una limitación, el rigidizador (120) está ensamblado con la piel de forma que este se extiende según la dirección longitudinal (x) del panel que, para aplicaciones aeronáuticas, corresponde generalmente a la dirección de curvatura más débil. Típicamente el radio de curvatura mínimo según la dirección transversal es superior a 250 mm y el radio de curvatura mínimo según la dirección longitudinal es superior a 1 metro. El espesor de la piel está típicamente comprendido entre 1 mm y 10 mm, pero puede comportar zonas de refuerzo locales (111) que creen escalones sobre la superficie de la piel, dichos escalones corresponden a acodados (121) en el rigidizador (120). El rigidizador (120) comporta una suela (125) apoyada sobre la piel y las alas (122, 123) que se extiende en sección en un plano perpendicular a la suela (125). Según un ejemplo de realización adaptado al procedimiento de realización objeto de la invención, la piel (110) y el rigidizador (120) están constituidos por un material compuesto con refuerzo fibroso continuo en una matriz constituida por un polímero termoplástico. A modo de ejemplo no limitativo, la matriz está constituida por polieteretercetona o PEEK reforzado por pliegues de fibras de carbono. La piel y el rigidizador se obtienen así por técnicas conocidas por la técnica anterior, que consisten en apilar pliegues de fibras preimpregnados de PEEK seguidos por una operación de compactación consolidación y eventualmente por una operación de conformado.

60 En la figura 2, según un ejemplo de realización de un dispositivo que no corresponde al objeto de la invención, este comprende un punzón (220) y un yunque (210) capaz de atrapar la piel (110) y el rigidizador (120) a la altura de la suela (125) de dicho rigidizador. Con este fin, el punzón (220) y el yunque (210) están instalados sobre los platos (251, 252) de una prensa. El punzón (220) está constituido por una materia de baja conductividad térmica y por una efusividad térmica del mismo orden de magnitud que la matriz termoplástica del compuesto que constituye el rigidizador (120). Según un ejemplo de realización, el punzón está constituido por un compuesto que comprende un 90 % de mica y de silicona. El yunque (210) está constituido por un material de fuerte conductividad térmica y de

efusividad térmica elevada, entre 10 y 100 veces más elevada que la efusividad térmica de la matriz termoplástica del compuesto que constituye la piel (110). A título de ejemplo no limitativo, el yunque está constituido por cobre, al menos en la parte que está en contacto con la piel. La efusividad térmica «E» está definida por la relación:

$$E = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot C}$$

5 donde λ es el coeficiente de conductividad térmica del material, ρ su masa volúmica y C su calor específico. La efusividad térmica de un material cuantifica su capacidad para intercambiar calor con su entorno. Así la efusividad térmica del PEEK es del orden de $330 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1/2}$, la efusividad térmica del cobre es del orden de $36\,000 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1/2}$, la del acero, del orden de $14\,000 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1/2}$. Cuando un primer material de efusividad térmica E_1 se lleva a la temperatura T_1 y se pone en contacto con un segundo material, de efusividad térmica E_2 a la temperatura T_2 , la temperatura T inmediata (ignorando la resistencia de contacto) en la interfaz de los dos materiales viene dada por la relación:

$$T = \frac{E_1 T_1 + E_2 T_2}{E_1 + E_2}$$

15 Así el yunque produce un enfriamiento eficaz de la cara de la piel con la que está en contacto.

20 Según el ejemplo de realización que no corresponde al objeto de la invención y está representado en la figura 2, el punzón (220) comporta medios de calentamiento que comprenden una placa metálica (225) aprisionada en la parte aislante y resistencias eléctricas (226) capaces de calentar dicha placa metálica. Estas resistencias eléctricas son ventajosamente del tipo autorregulado cuando la temperatura de soldadura es compatible con esta tecnología. El yunque (210) está penetrado por conductos (215) por los cuales circula un fluido termoportador en forma gaseosa o líquida. Así, la temperatura del yunque está regulada al igual que la temperatura y el tiempo de calentamiento del punzón, de forma que se obtiene el gradiente espacial de temperatura según el espesor del ensamblaje y según la anchura de la suela (125).

25 En la figura 3, la parte (325) aislante térmicamente del punzón y la placa metálica (225) de calentamiento forman en contacto con la suela (125) del rigidizador una mesa de prensado de anchura (d), sensiblemente igual a la anchura de la suela (125). La combinación de la localización del calentamiento en la anchura de la placa (225) de calentamiento y del efecto de refrigeración del yunque (210) produce en el espesor de la suela un perfil (320) de distribución de temperatura sensiblemente trapezoidal, el frente de fusión se extiende además lateralmente (321) en la suela. Así, el volumen de matriz llevado a fusión durante el calentamiento corresponde, en sección, a este perfil (320). En la piel (110), este volumen puesto en fusión está contenido por la parte de matriz que se mantiene sólida, la fusión solo afecta a uno o dos pliegues en espesor y sobre una anchura inferior o igual a la anchura de la suela (120) del rigidizador.

30 Según un ejemplo de realización preferida, la placa de calentamiento (225) del punzón se lleva a una temperatura T_f muy ligeramente superior, entre $5 \text{ }^\circ\text{C}$ y $10 \text{ }^\circ\text{C}$, a la temperatura de fusión del polímero que constituye la matriz del compuesto que constituye el rigidizador, de forma que la suela (125) se encuentra, en la parte que se lleva a fusión, en un estado pastoso. Las partes (325) térmicamente aislantes del punzón se apoyan en las partes inicialmente sólidas de la matriz lo que permite aplicar un apriete entre la suela (125) y la piel (110), estas partes de suela inicialmente sólidas se llevan a fusión a continuación, asimismo en un estado pastoso, por la propagación (321) del frente de fusión. El mantenimiento de la separación de los platos (251, 252) de la prensa durante esta puesta en fusión total de la suela permite conservar el volumen y evitar escurrimientos o el desplazamiento de los pliegues. Este posicionamiento de los platos (251, 252) se conserva hasta el enfriamiento de la zona fundida y hasta que esta alcanza un estado de condensación adaptado, de forma general, hasta que la temperatura de la zona afectada térmicamente es igual o inferior a la temperatura de transición vítrea del polímero. La temperatura T_f de calentamiento relativamente baja obliga, para realizar la soldadura, a aplicar una presión suficiente en la interfaz para realizar la difusión de los segmentos de cadenas moleculares a través de esta interfaz. El procedimiento objeto de la invención, por la anchura reducida del punzón (220) y del yunque (210) permite aplicar esta presión de manera eficaz y localizada.

35 La forma (320) de la zona fundida y su evolución temporal están determinadas por la temperatura T_f de calentamiento y el tiempo de calentamiento t aplicados, así como por la temperatura del yunque (110). Estas condiciones de implementación están determinadas, por ejemplo, por ensayos o por simulaciones térmicas en función de los materiales ensamblados y de sus características dimensionales. La temperatura de calentamiento T_f es al menos igual a la temperatura de fusión del polímero que constituye la matriz del material compuesto y ventajosamente ligeramente superior a esta. Así, la zona (320) térmicamente afectada por la fusión se reduce, e incluso si la temperatura de fusión del polímero que constituye la matriz es muy elevada, como en el caso del PEEK,

el tiempo de un ciclo de soldadura es breve, generalmente inferior a 10 segundos, en concreto a causa de la baja inercia térmica del punzón (220) y del yunque (210) respecto a la de los utillajes integrales de la técnica anterior.

5 Regresando a la figura 2, el punzón (220) y el yunque (210) están montados de manera extraíble sobre los platos (251, 252) de la prensa, de forma que pueden cambiarse para adaptarse a la forma de la piel y del rigidizador, en función de la anchura de las suelas (225) pero también de la curvatura de los paneles. Más particularmente, el punzón (220), incluso el yunque (210), pueden ser mecanizados para seguir los escalones de la piel y los acodados de los rigidizadores. Así, la parte aislante del punzón está ventajosamente constituida por mica o por un compuesto de mica, el cual es fácilmente mecanizable y adaptable con precisión al tiempo que ofrece cualidades de aislamiento 10 térmico elevadas. Alternativamente, la parte aislante del punzón puede estar constituida por un material cerámico como la alúmina o el zirconio para una resistencia mayor al desgaste.

En la figura 4, según un ejemplo de realización, el procedimiento objeto de la invención comprende una primera etapa de colocación (410) que consiste en instalar los rigidizadores sobre la piel. Estos pueden mantenerse 15 localmente de manera provisional, por ejemplo, mediante adhesivos. Durante una etapa (420) de posicionamiento, la suela de un primer rigidizador y la piel se colocan entre el punzón y el yunque. Durante una etapa siguiente (430), la circulación del fluido termoportador se activa en el yunque. Durante una etapa de calentamiento (440) las resistencias se alimentan con corriente eléctrica de forma que se lleva la placa de calentamiento a una temperatura al menos igual a la temperatura de fusión de la matriz durante un tiempo t . Después de un tiempo t_1 inferior a t , la suela del rigidizador se aplica contra la piel durante una etapa de prensado (450), el contacto se mantiene entre la suela y la piel conservando la separación de los platos de la prensa hasta el final del tiempo t . Durante una etapa (460) de refrigeración, se detiene el calentamiento, la circulación del fluido termoportador se conserva, al igual que el apriete, hasta que la temperatura de la zona afectada térmicamente alcanza la temperatura de transición vítrea de la matriz. Este tiempo de refrigeración puede estar determinado por ensayos o simulaciones, o, la temperatura puede 20 controlarse mediante un termopar colocado sobre la placa de calentamiento. Durante una etapa de desplazamiento (470), los platos de la prensa se abren y el panel se desplaza para realizar el siguiente ensamblaje.

En la figura 5, el dispositivo objeto de la invención comprende un efector (520) adicional. Este efector permite aplicar una presión de apriete sobre el rigidizador actuando sobre un ala (122) del rigidizador, en concreto un ala (122) 30 adyacente a la suela de dicho rigidizador, o sobre la conexión (522) entre esta ala (122) y la suela (125) del rigidizador. Este está más particularmente adaptado para conformar la suela del rigidizador a la forma de la piel. Así, esta realización del dispositivo objeto de la invención permite corregir los ligeros defectos de concordancia de forma entre el rigidizador y la piel cuando estos son curvos o entre un acodado del rigidizador y un escalón sobre la piel. Dicho efector (520) adicional permite aplicar una presión de conformado sobre el rigidizador mientras que la suela se encuentra en un estado pastoso. Con este fin, el efector adicional está preferentemente constituido por un material 35 metálico de efusividad térmica elevada, y según una realización ventajosa, comprende un conducto de refrigeración (525) para la circulación de un fluido termoportador, líquido o gaseoso.

La descripción anterior y los ejemplos de realización muestran que la invención alcanza los objetivos buscados, en particular permite realizar el ensamblaje por soldadura a alta temperatura de un rigidizador y de una piel constituidos 40 por un compuesto de matriz termoplástica mediante un utillaje simplificado, de baja inercia térmica, conservando la integridad geométrica de los elementos en presencia y sin desconsolidar las partes ensambladas, mediante el control de la forma y de la propagación del frente de fusión en la suela del rigidizador y de la piel.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo capaz de cooperar con una piel (110) y un rigidizador (120) constituidos por un compuesto que comprende una matriz polimera termoplástica, dicho rigidizador comporta una suela (125) de anchura inferior a la anchura de la piel, para la soldadura de dicha suela sobre una cara de dicha piel (110), que comporta:
- 5 a. un punzón (220) que comprende una parte que forma una mesa de prensado cuya anchura en sección transversal es inferior o igual a la anchura de la suela (125) del rigidizador, y un elemento de calentamiento (225, 226) de anchura inferior a la anchura de la mesa de prensado, el elemento de calentamiento comprende una placa metálica (225) en contacto con la suela (125) del rigidizador (120), la parte (325) de la mesa de prensado que rodea esta placa metálica (225) está constituida por un material térmicamente aislante;
- 10 b. un yunque (210) cuya anchura en sección es inferior a la anchura de la piel, dicho yunque comprende medios de enfriamiento;
- c. medios de presión (251, 252) capaces de realizar un apriete entre el punzón y el yunque;
- 15 d. un efector (520) adicional capaz de aplicar una presión en un ala (122, 522) del rigidizador.
2. Procedimiento de implementación de un dispositivo según la reivindicación 1, para la soldadura de un rigidizador (120) que comporta una suela (125) sobre una piel (110), en el que la piel y el rigidizador están constituidos por un compuesto que comprende una matriz constituida por un polímero termoplástico, que comprende las etapas que consisten en:
- 20 i. colocar (420) la piel (110) y la suela (125) del rigidizador entre el yunque (210) y el punzón (220);
- ii. activar (440) el elemento de calentamiento (225, 226) de forma que se lleva la parte de la suela expuesta al calor a una temperatura T_f igual o superior a la temperatura de fusión de la matriz durante un tiempo t ;
- 25 iii. aplicar (450) un apriete determinado entre la suela (125) y la piel (110) mediante el punzón (220) y el yunque (210);
- iv. soltar (470) la presión entre el punzón (220) y el yunque (210) cuando la temperatura en la interfaz entre la suela (125) y la piel (110) es inferior o igual a la temperatura de transición vítrea del polímero que constituye la matriz del compuesto.
- 30 3. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la anchura del yunque (210) es sensiblemente igual a la anchura de la suela (125) del rigidizador (120).
4. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el yunque (210) está constituido por un material cuya efusividad térmica es como mínimo 10 veces superior a la efusividad térmica del polímero que constituye la matriz del compuesto.
- 35 5. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el yunque (210) comprende un conducto (215) para la circulación de un fluido.
- 40 6. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la mesa de prensado comprende una parte (325) constituida por un material cerámico.
7. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la mesa de prensado comprende una parte (325) constituida por un material que comprende al menos un 90 % de mica.
- 45 8. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el efector (520) adicional está constituido por un material cuya efusividad térmica es como mínimo 10 veces superior a la del polímero que constituye la matriz del compuesto.
- 50 9. Dispositivo según la reivindicación 8, en el que el efector (520) adicional comprende un conducto (525) para la circulación de un fluido de refrigeración.
10. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la temperatura T_f es superior de 5 °C a 10 °C a la temperatura de fusión del polímero que constituye la matriz del material compuesto.
- 55 11. Procedimiento según la reivindicación 2, que utiliza un dispositivo según la reivindicación 5, que comprende una etapa que consiste en:
- 60 v. hacer circular (430) un fluido termoportador en el conducto (215) del yunque (210) durante las etapas ii) a iii).

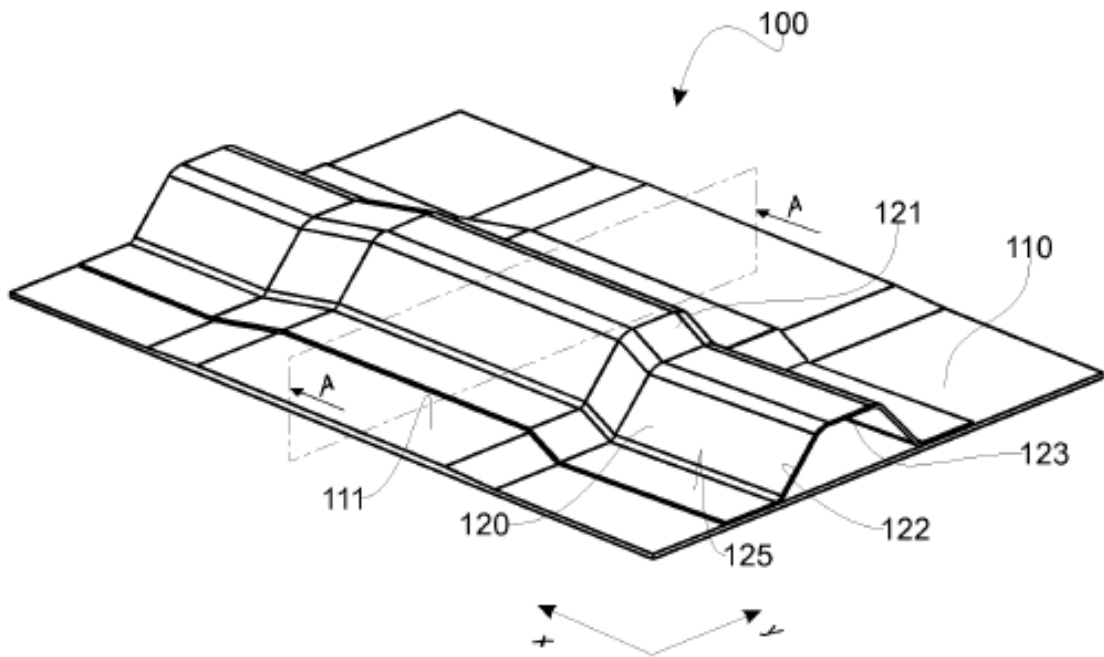


Fig.1

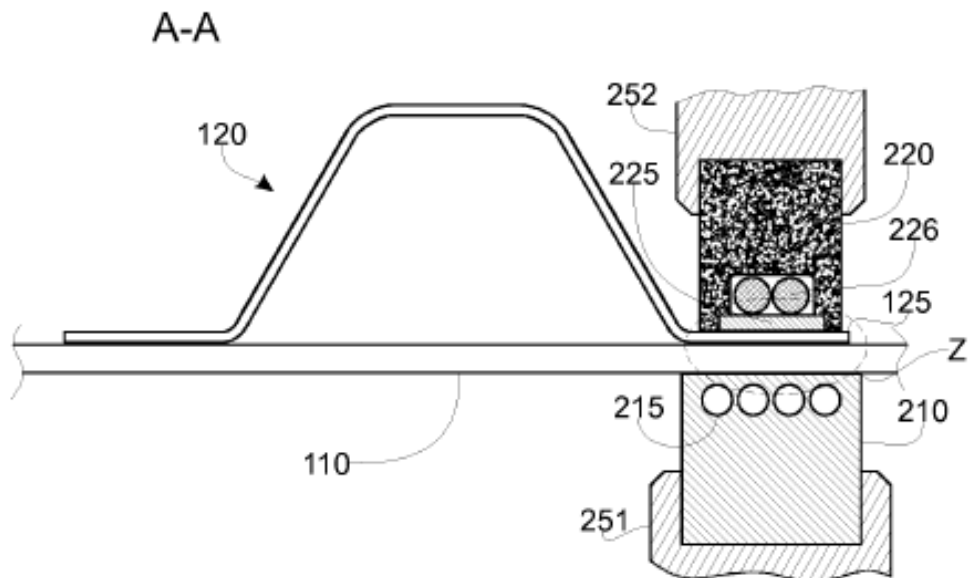


Fig.2

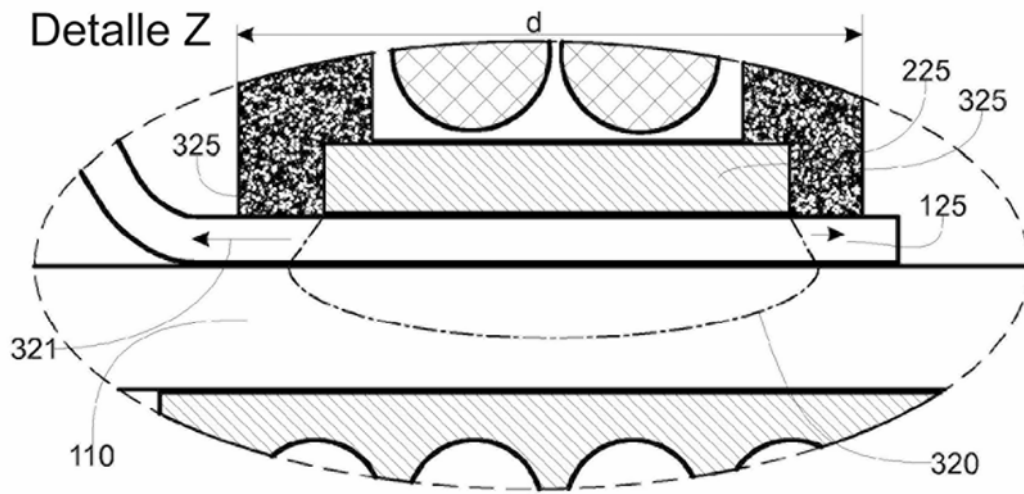


Fig.3

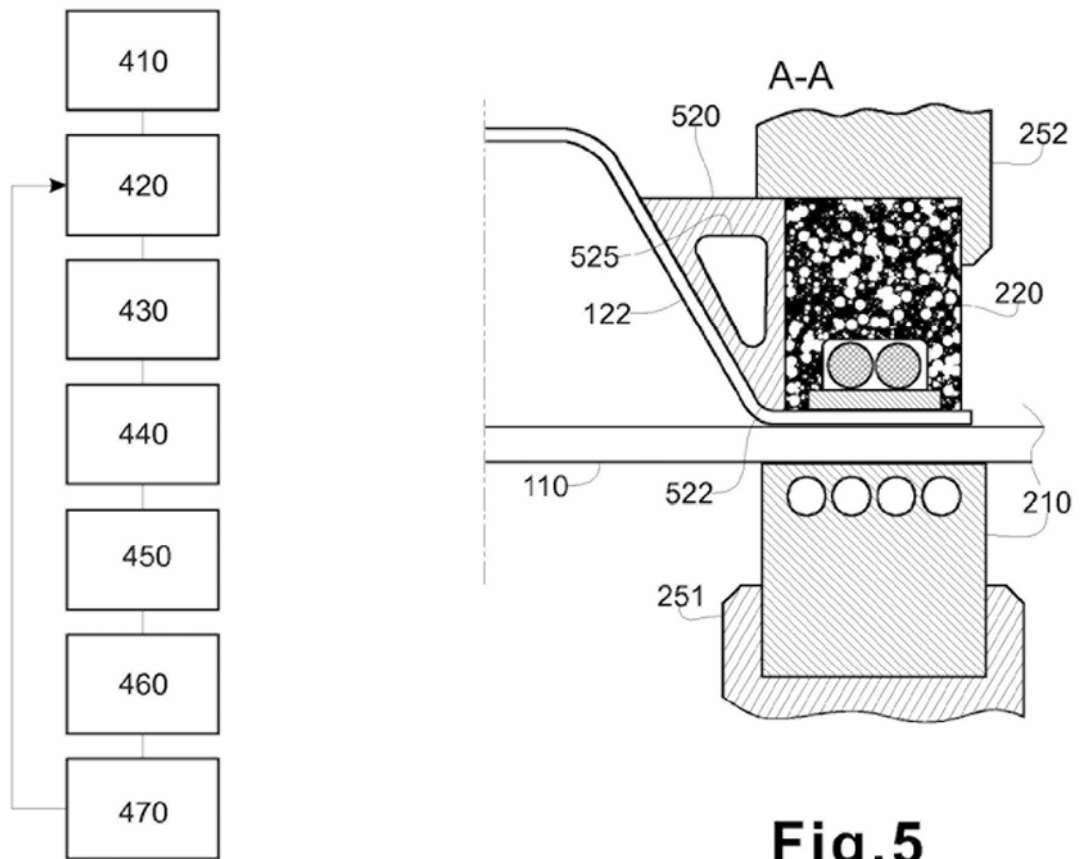


Fig.4

Fig.5