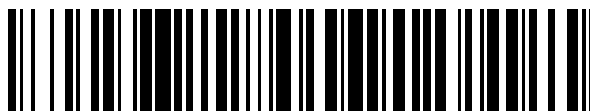


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 431**

51 Int. Cl.:

**B23K 26/362** (2014.01)  
**B23K 26/26** (2014.01)  
**B23K 26/322** (2014.01)  
**B23K 101/00** (2006.01)  
**B23K 101/18** (2006.01)  
**B23K 101/34** (2006.01)  
**B23K 103/04** (2006.01)  
**B23K 103/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2016 PCT/EP2016/082412**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17109090**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2016 E 16820274 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 3393706**

54 Título: **Procedimiento de preparación una chapa pre-revestida, con eliminación del revestimiento por medio de un rayo láser inclinado, chapa correspondiente**

30 Prioridad:  
**22.12.2015 WO PCT/IB2015/059889**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.09.2020**

73 Titular/es:  
**ARCELORMITTAL (100.0%)  
24-26 Boulevard d'Avranches  
1160 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:  
**EHLING, WOLFRAM**

74 Agente/Representante:  
**SALVÀ FERRER, Joan**

ES 2 781 431 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 preparación una chapa pre-revestida, con eliminación del revestimiento por medio de un rayo láser inclinado, chapa correspondiente

5

**[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de preparación de una chapa pre-revestida con el fin de soldar la misma a otra chapa pre-revestida, que comprende las siguientes etapas sucesivas según las que:

10 - se proporciona una chapa pre-revestida que comprende un sustrato metálico provisto, en al menos una de sus caras, de una capa de pre-revestimiento, luego

- se elimina, en al menos una cara de dicha chapa pre-revestida, al menos una parte de dicha capa de pre-revestimiento para formar una zona de eliminación, siendo dicha eliminación realizada mediante el impacto de un rayo láser sobre dicha capa de pre-revestimiento, la etapa de eliminación comprende, en el transcurso de la eliminación, el desplazamiento relativo de dicho rayo láser con respecto a la chapa en una dirección de avance.

15

**[0002]** La solicitud de patente EP 2 007 545 describe un procedimiento de fabricación de una pieza soldada a partir de una chapa pre-revestida con un pre-revestimiento, comprendiendo el pre-revestimiento una capa de aleación intermetálica recubierta con una capa de aleación metálica. Durante este procedimiento, antes de llevar a cabo la soldadura, a fin de limitar la proporción de pre-revestimiento fundido durante la soldadura posterior, se retira a la periferia de la chapa, al menos una parte del pre-revestimiento por ablación por medio de un rayo láser, mientras se mantiene al menos una parte de la capa de aleación intermetálica a fin de garantizar la protección de las zonas situadas a ambos lados de la junta soldada contra la corrosión.

20

**[0003]** La publicación KR 10-1346317 describe un procedimiento durante el cual un revestimiento a base de aluminio y silicio se elimina en la periferia de una chapa antes de la soldadura. El documento KR 10-1346317 enseña inclinar el cabezal del láser con respecto a la vertical en un ángulo comprendido entre 5° y 10° a fin de evitar que el haz reflejado por la chapa golpee la óptica del láser. El documento KR 10-1346317 no especifica en qué lado debe inclinarse el cabezal del láser con respecto a la dirección de desplazamiento del láser durante la eliminación.

25

**[0004]** La solicitud de patente WO 2015/162478 A1, base del preámbulo de las reivindicaciones 1 y 25, describe un procedimiento de preparación de chapas de acero aluminizadas destinadas a ser soldadas y luego endurecidas bajo presión.

30

**[0005]** La solicitud de patente JP H08 39279 A describe un procedimiento de irradiación con un rayo láser.

35

**[0006]** La solicitud de patente US 5 662 762 A describe un procedimiento con láser para retirar un revestimiento de un sustrato.

**[0007]** Partiendo de estos procedimientos, un objeto de la invención es proporcionar un procedimiento de preparación de una chapa pre-revestida con el fin de soldarla a otra chapa pre-revestida que permita obtener una junta soldada que presente propiedades mecánicas satisfactorias para una duración reducida de ablación del pre-revestimiento.

40

**[0008]** A tal fin, la invención se refiere a un procedimiento de preparación de una chapa pre-revestida según la reivindicación 1.

45

**[0009]** En características particulares, el procedimiento comprende una o más de las características de las reivindicaciones 1 a 24.

**[0010]** La invención también se refiere a una chapa según la reivindicación 25.

50

**[0011]** En características particulares, la chapa comprende una o más de las características de las reivindicaciones 26 y 27.

**[0012]** La invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de una preforma según las reivindicaciones 28 y 29,

55

**[0013]** La invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de una pieza embutida según las reivindicaciones 30 y 31.

60

**[0014]** La invención se comprenderá mejor a la luz de la siguiente descripción facilitada únicamente a modo de ejemplo y realizada haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una representación esquemática de una chapa pre-revestida de partida;

- la figura 2 es una representación esquemática de una chapa obtenida por el procedimiento de preparación;

65

- la figura 3 es una representación esquemática de una chapa;
- la figura 4 es una representación esquemática de la etapa de eliminación, es decir, de ablación, del procedimiento de preparación;
- la figura 5 es un gráfico que representa la velocidad de tratamiento en función del ángulo de inclinación del rayo láser;
- la figura 6 es una vista esquemática transversal de la geometría de la zona de ablación, obtenida bajo las condiciones de la invención cuando el rayo láser está inclinado en un ángulo  $\alpha$  comprendido entre 25° y 50°; y
- la figura 7 es una representación esquemática en perspectiva de la etapa de eliminación del procedimiento de preparación.

**[0015]** La invención se refiere a un procedimiento de preparación de una chapa pre-revestida para la soldadura de la misma a otra pieza, en particular a una segunda chapa pre-revestida preparada de manera similar.

**[0016]** El procedimiento según la invención comprende:

- proporcionar una chapa pre-revestida de partida 1 que comprende un sustrato metálico 3 provisto, en al menos una de sus caras, de una capa de pre-revestimiento 5; y
- eliminar, en al menos una cara 10 de dicha chapa pre-revestida de partida, al menos una parte de dicha capa de pre-revestimiento 5.

**[0017]** En la figura 1 se representa un ejemplo de una chapa pre-revestida de partida 1 proporcionada en la etapa de provisión del procedimiento según la invención

**[0018]** En el contexto de la presente invención, el término chapa debe entenderse en sentido amplio e indica en concreto cualquier banda o cualquier objeto obtenido por corte a partir de una banda, de una bobina o de una hoja. En el caso particular ilustrado en la figura 1, esta chapa 1 consta de dos caras 10 y cuatro bordes 13. La invención, sin embargo, no se limita a esta geometría particular.

**[0019]** Como se ilustra en la figura 1, la chapa pre-revestida 1 comprende un sustrato metálico 3 provisto, sobre al menos una de sus caras, de una capa de pre-revestimiento 5 superpuesta sobre el sustrato 3 y en contacto con el mismo.

**[0020]** El sustrato 3 es ventajosamente un sustrato fabricado de acero.

**[0021]** El acero del sustrato 3 es más particularmente un acero cuya microestructura es ferrito-perlítica.

**[0022]** El sustrato 3 es ventajosamente un acero para tratamiento térmico, en particular un acero endurecible a presión, y en concreto un acero a base de manganeso y boro, tal como un acero de tipo 22MnB5.

**[0023]** Según una realización, el acero del sustrato 3 comprende, en peso:

- 0,10 %  $\leq$  C  $\leq$  0,5 %
- 0,5 %  $\leq$  Mn  $\leq$  3 %
- 0,1 %  $\leq$  Si  $\leq$  1 %
- 0,01 %  $\leq$  Cr  $\leq$  1 %
- Ti  $\leq$  0,2 %
- Al  $\leq$  0,1 %
- S  $\leq$  0,05 %
- P  $\leq$  0,1 %
- B  $\leq$  0,010 %

estando el resto constituido por hierro e impurezas que proceden de la elaboración,

**[0024]** Más particularmente, el acero del sustrato 3 comprende, en peso:

- 0,15 %  $\leq$  C  $\leq$  0,25 %
- 0,8 %  $\leq$  Mn  $\leq$  1,8 %
- 0,1 %  $\leq$  Si  $\leq$  0,35 %
- 0,01 %  $\leq$  Cr  $\leq$  0,5 %
- Ti  $\leq$  0,1 %
- Al  $\leq$  0,1 %
- S  $\leq$  0,05 %
- P  $\leq$  0,1 %
- B  $\leq$  0,005 %

estando el resto constituido por hierro e impurezas que proceden de la elaboración,

**[0025]** Como alternativa, el acero del sustrato 3 comprende, en peso:

- 5     0,040 % ≤ C ≤ 0,100 %  
       0,80 % ≤ Mn ≤ 2,00 %  
       Si ≤ 0,30 %  
       S ≤ 0,005 %  
       P ≤ 0,030 %  
 10    0,010 % ≤ Al ≤ 0,070 %  
       0,015 % ≤ Nb ≤ 0,100 %  
       Ti ≤ 0,080 %  
       N ≤ 0,009 %  
       Cu ≤ 0,100 %  
 15    Ni ≤ 0,100 %  
       Cr ≤ 0,100 %  
       Mo ≤ 0,100 %  
       Ca ≤ 0,006 %,

20 estando el resto constituido por hierro e impurezas que proceden de la elaboración,

**[0026]** A modo de ejemplo, se obtiene el sustrato metálico 3, dependiendo del espesor deseado, por laminación en caliente, o por laminación en frío seguida de recocido, o por cualquier otro procedimiento de obtención apropiado.

25 **[0027]** El sustrato 3 presenta ventajosamente un espesor comprendido entre 0,5 mm y 4 mm, y en concreto igual a aproximadamente 1,5 mm.

**[0028]** La capa de pre-revestimiento 5 es una capa obtenida por temple, es decir, por inmersión en un baño de metal fundido. Comprende una capa de aleación intermetálica 9 en contacto con el sustrato 3 recubierto con una capa de aleación metálica 11.

**[0029]** La capa de aleación intermetálica 9 resulta de la reacción entre el sustrato 3 y el metal fundido del baño. Esta capa de aleación intermetálica 9 comprende un compuesto intermetálico que comprende al menos un elemento de la capa de aleación metálica 11 y al menos un elemento del sustrato 3. Su espesor es generalmente del orden de  
 35 varios micrómetros. En particular, su espesor medio está normalmente comprendido entre 2 y 7 micrómetros.

**[0030]** La capa de aleación metálica 11 presenta una composición muy próxima a la composición del metal fundido del baño. Resulta del arrastre de una parte del metal fundido del baño por la banda durante su desplazamiento a través del baño. Su espesor es controlado por medio de miembros de control adaptados, dispuestos a la salida del  
 40 baño, y en concreto por medio de chorros de gas, y en concreto de aire o de nitrógeno. Presenta, por ejemplo, un espesor medio comprendido entre 19 μm y 33 μm o incluso un espesor medio comprendido entre 10 μm y 20 μm.

**[0031]** La capa de pre-revestimiento 5 es más particularmente una capa de aluminio, una capa de aleación de aluminio o una capa de aleación a base de aluminio. En este caso, la capa de aleación intermetálica 9 comprende  
 45 compuestos intermetálicos de tipo Fe<sub>x</sub>Al<sub>y</sub>, y en concreto Fe<sub>2</sub>Al<sub>5</sub>.

**[0032]** Por aleación de aluminio se entiende una aleación que comprende más del 50 % en peso de aluminio.

**[0033]** Por aleación a base de aluminio se entiende una aleación en la que el aluminio es el componente  
 50 mayoritario en peso.

**[0034]** Según una realización, la capa de pre-revestimiento 5 es una capa de aleación de aluminio que comprende además silicio. A modo de ejemplo, la capa de aleación metálica 11 comprende, en peso:

- 55     - 8 % ≤ Si ≤ 11 %  
       - 2 % ≤ Fe ≤ 4 %

estando el resto constituido por aluminio y posibles impurezas.

60 **[0035]** La estructura particular de las capas de pre-revestimiento 5 obtenidas por revestimiento por temple se describe en concreto en la solicitud de patente EP 2 007 545.

**[0036]** Ventajosamente, y como se representa en la figura 1, el sustrato 3 está provisto de tal capa de pre-revestimiento 5 en cada una de sus dos caras 10.

65

**[0037]** Ventajosamente, la chapa pre-revestida de partida 1 se obtiene por corte, en concreto por cizallamiento o por corte por láser, a partir de una banda pre-revestida que presenta las propiedades mencionadas anteriormente.

**[0038]** Consecutivamente a la etapa de provisión, el procedimiento según la invención comprende la eliminación, sobre al menos una cara 10 de la chapa pre-revestida de partida 1, de al menos una parte de la capa de pre-revestimiento 5 en una zona de eliminación 7.

**[0039]** La figura 2 ilustra una chapa obtenida después de la eliminación.

**[0040]** En el ejemplo representado en la figura 2, la zona de eliminación 7 está situada en la periferia 6 de la chapa pre-revestida de partida 1.

**[0041]** Ventajosamente, durante esta etapa, la capa de aleación metálica 11 se retira por completo.

**[0042]** La eliminación de al menos una parte de la capa de pre-revestimiento 5 es ventajosa. De hecho, en ausencia de eliminación, durante la soldadura de la chapa pre-revestida a otra chapa, una parte de la capa de pre-revestimiento 5 se diluye con el sustrato 3 en la zona fundida, que es la zona que se lleva al estado líquido durante la operación de soldadura y que se solidifica después de esta operación de soldadura al formar la conexión entre las dos chapas.

**[0043]** Por lo tanto, pueden producirse dos fenómenos:

- según un primer fenómeno, un aumento del contenido de aluminio en el metal fundido, que resulta de la dilución de una parte del pre-revestimiento en esta zona, conduce a la formación de compuestos intermetálicos. Estos pueden ser sitios de inicio de ruptura en caso de tensión mecánica.

- según un segundo fenómeno, el aluminio, elemento alfégeno en solución sólida en la zona fundida, retrasa la transformación en austenita de esta zona durante la etapa de calentamiento que precede al embutido en caliente. A partir de entonces, ya no es posible obtener en la zona fundida una estructura completamente templada después del enfriamiento posterior de la conformación en caliente, y la junta soldada consta de ferrita. La zona fundida presenta entonces una dureza y una resistencia mecánica a la tracción más bajas que las dos chapas adyacentes.

**[0044]** En el contexto del procedimiento de preparación según la invención, por lo tanto, se desea reducir la cantidad de elementos de la capa de pre-revestimiento 5 que pueden encontrarse en la zona fundida e influir negativamente en sus propiedades mecánicas.

**[0045]** Los inventores de la presente invención han observado que los resultados satisfactorios se obtienen en términos de propiedades mecánicas de la junta soldada cuando queda para una capa de pre-revestimiento 5 a base de aluminio, al final de la etapa de eliminación, una parte de la capa de pre-revestimiento 5 con un espesor medio como máximo igual a aproximadamente 5  $\mu\text{m}$ . Teniendo en cuenta el espesor medio de la capa de aleación intermetálica 9 formada normalmente durante el revestimiento por temple de una chapa de acero con un pre-revestimiento a base de aluminio, este espesor corresponde a una eliminación total de la capa de aleación metálica 11 y a una posible eliminación parcial de la capa de aleación intermetálica 9.

**[0046]** Preferentemente, durante esta etapa de eliminación, la capa de aleación intermetálica 9 se deja permanecer, al menos parcialmente, sobre toda la superficie de la zona de eliminación 7. Ventajosamente, al final de esta etapa, queda una capa de aleación intermetálica 9 con un espesor al menos igual a 1  $\mu\text{m}$ .

**[0047]** Es ventajoso que al menos una parte de la capa de aleación intermetálica 11 permanezca en la zona de eliminación 7. De hecho, en la práctica, a fin de tener en cuenta las posibles fluctuaciones en la anchura de la zona fundida durante la operación de soldadura, la anchura de la zona de eliminación 7 es superior a la anchura de la zona fundida durante la soldadura. Por lo tanto, después de la operación de soldadura, las regiones permanecen a ambos lados de la junta soldada donde la capa de pre-revestimiento 5 se ha eliminado al menos en parte. Sin embargo, una función de la capa de pre-revestimiento 5 a base de aluminio es proteger la chapa 1 contra la corrosión después del embutido en caliente de la junta soldada. Los estudios han demostrado que, en estas regiones de la zona de eliminación 7 adyacentes a la junta soldada, la permanencia de al menos una parte de la capa de aleación intermetálica 9 sobre toda la superficie de estas regiones, permite conferir una protección suficiente contra la corrosión al ensamblaje soldado.

**[0048]** En particular, se busca dejar una capa de aleación intermetálica con un espesor al menos igual a 1  $\mu\text{m}$  en todos los puntos de la zona 7 a fin de asegurar una resistencia a la corrosión satisfactoria del ensamblaje soldado en las regiones adyacentes a la junta soldada.

**[0049]** Como alternativa, es posible eliminar por completo la capa de aleación intermetálica 11 en la zona de eliminación 7 en los casos en que la resistencia a la corrosión es menos crítica.

**[0050]** Según la invención, la eliminación al menos parcial de la capa de pre-revestimiento 5 se realiza por

medio de un rayo láser 15 que impacta en la capa de pre-revestimiento 5.

**[0051]** Se representa esquemáticamente en las figuras 4 a 6, en vista lateral, la etapa de eliminación por medio de un rayo láser 15.

5

**[0052]** El rayo láser 15 es emitido por un cabezal del láser 17.

**[0053]** La etapa de eliminación comprende, en el transcurso de la eliminación, el desplazamiento relativo del rayo láser 15 con respecto a la chapa 1 en una dirección de avance del láser designada A. Esta dirección de avance se ilustra mediante flechas en las figuras 4 y 6.

10

**[0054]** El desplazamiento relativo del rayo láser 15 en la dirección de avance A se entiende, por ejemplo, como:

- un desplazamiento del rayo láser 15 en la dirección A, quedando la chapa 1 fija; o
- un desplazamiento de la chapa 15 en la dirección opuesta a A, quedando el rayo láser 15 fijo; o
- un desplazamiento tanto del rayo láser 15 a lo largo de A como de la chapa 1 en la dirección opuesta a A.

15

**[0055]** A modo de ejemplo, durante la etapa de eliminación, se usa un rayo láser 15 que presenta las siguientes características:

20

El rayo láser 15 presenta ventajosamente una sección transversal rectangular o cuadrada.

**[0056]** A modo de ejemplo, el rayo láser 15 produce, sobre la cara 10 de la chapa 1 a tratar, una mancha focal con una superficie comprendida entre 0,4 mm<sup>2</sup> y 3 mm<sup>2</sup>, y ventajosamente comprendida entre 0,7 mm<sup>2</sup> y 1,5 mm<sup>2</sup>.

25

**[0057]** El láser es preferentemente un láser pulsado, por ejemplo, un láser del tipo Q-switch, un láser de fibra pulsada o un láser de diodo pulsado.

**[0058]** La duración del impulso es del orden del nanosegundo. Está comprendido en concreto entre 1 ns y 300 ns, y preferentemente entre 10 ns y 150 ns, aún más ventajosamente entre 30 ns y 80 ns.

30

**[0059]** La potencia nominal del rayo láser 15 está comprendida en concreto entre 200 W y 1,7 kW, y preferentemente entre 400 W y 1,7 kW.

**[0060]** Preferentemente, durante la etapa de eliminación, la distancia de trabajo que corresponde a la distancia entre la lente de salida del cabezal del láser 17 y la cara 10 a tratar de la chapa 1, es superior o igual a 150 mm.

35

**[0061]** De hecho, durante la etapa de eliminación, las proyecciones que resultan de la ablación por el rayo láser 15 se proyectan a una altura inferior o igual a 100 mm con respecto a la cara 10 que se está tratando. Esta altura de proyección es incluso inferior o igual a 50 mm para la mayoría de las proyecciones. Por consiguiente, una distancia de trabajo superior o igual a 150 mm permite evitar cualquier riesgo de contaminación de las lentes del cabezal del láser por posibles proyecciones resultantes de la ablación por el rayo láser 15. Se observará que las proyecciones sobre elementos del cabezal del láser 17 situados entre la lente de salida y la cara 10 que se está tratando, y en concreto sobre posibles elementos de protección, destinados a proteger la lente de salida contra las proyecciones, no plantea problemas en el contexto del procedimiento según la invención.

40

45

**[0062]** Ventajosamente, esta distancia de trabajo está comprendida entre 150 mm y 250 mm.

**[0063]** De hecho, el uso de una distancia de trabajo superior a 250 mm en concreto tiene por efecto aumentar significativamente los costes de producción de la etapa de eliminación, en la medida en que obliga a usar, en la óptica del láser, lentes no convencionales, y en particular más grandes que las lentes usadas habitualmente, así como un mayor número de lentes que la cantidad de lentes necesaria cuando la distancia de trabajo está comprendida en el intervalo indicado anteriormente.

50

**[0064]** Preferentemente, esta distancia de trabajo está comprendida entre 190 mm y 215 mm.

55

**[0065]** Según la invención, durante la etapa de eliminación, el rayo láser 15 se orienta de manera particular con respecto a la chapa 1.

**[0066]** La orientación específica del rayo láser 15 durante la etapa de eliminación se ilustra esquemáticamente en la figura 4.

60

**[0067]** Las figuras 1 a 6 han sido provistas de una referencia (x, y, z) con el fin de facilitar la descripción de las orientaciones a continuación. Como se puede constatar, el eje x de esta referencia está orientado en la dirección del avance A del rayo láser 15. El eje z de la referencia se dirige a lo largo del espesor de la chapa 1 mientras se orienta desde el medio espesor del sustrato 3 hacia la superficie de ablación, es decir, hacia arriba en el caso en que la

65

ablación se realice en la cara 10 superior de la chapa 1 y hacia abajo cuando la ablación se realice en la cara 10 inferior de la chapa 1. El eje y de la referencia es ortogonal a los ejes x y z, mientras está orientado para formar una referencia directa con estos dos ejes x, z.

5 **[0068]** La cara 10 inferior es la cara orientada hacia abajo durante la implementación de la etapa de eliminación. La cara 10 superior es la cara orientada hacia arriba durante la implementación de la etapa de eliminación.

**[0069]** Como se ilustra en la figura 4, durante la eliminación, el rayo láser 15 está inclinado por un ángulo de inclinación  $\alpha$  con respecto a la normal N a la cara 10 de la chapa 1 sobre la que se realiza la eliminación, estando  
10 dicha normal N incluida en la zona de la chapa 1 en la que se realizó la eliminación. Este ángulo  $\alpha$  es el ángulo entre el eje L del rayo láser 15 y la normal N a la cara 10 de la chapa 1 en la que se realiza la eliminación, estando dicha normal N incluida en la zona de la chapa 1 en la que se realizó la eliminación.

**[0070]** Este ángulo de inclinación  $\alpha$  es un ángulo agudo. Por ángulo agudo se entiende un ángulo comprendido  
15 estrictamente entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ , excluyéndose los límites.

**[0071]** El rayo láser 15 está además inclinado de manera que la proyección ortogonal del eje del rayo láser 15 sobre la cara 10 de la chapa 1 que se está tratando se sitúa en la zona de la chapa 1 en la que ya se ha realizado la eliminación. De este modo, el rayo láser 15 se emite hacia adelante en la dirección del avance A en dirección de la  
20 cara 10 de la chapa 1 a tratar. En otras palabras, el cabezal de emisión 17 de dicho rayo láser 15 está situado en la parte posterior, en la dirección de avance A, de la zona de impacto del rayo láser 15 sobre la chapa 1.

**[0072]** Como se ilustra en las figuras 3 y 4, el rayo láser 15 forma un ángulo obtuso con la zona de la cara 10 de la chapa 1 situada aguas abajo de la zona de impacto del rayo láser 15 en la dirección de avance A, es decir, con  
25 la región de la chapa que queda por tratar, y un ángulo agudo con la zona de la cara 10 de la chapa aguas arriba de la zona de impacto del rayo láser 15, es decir, con la región de la chapa que queda por tratar.

**[0073]** Se observará que el eje L del rayo láser 15 está completamente comprendido en un plano normal a la cara 10 de la chapa 1 que se está tratando y que comprende la dirección de desplazamiento A.  
30

**[0074]** Según la invención, el ángulo de inclinación  $\alpha$  está comprendido entre  $12^\circ$  y  $50^\circ$ .

**[0075]** En el contexto de la presente invención, se define, para un ángulo de inclinación  $\alpha$  dado del rayo láser 15,  $V_m$  como la velocidad de avance del rayo láser 15 para la cual se retira toda la capa de aleación metálica 11,  
35 dejando en su lugar la totalidad de la capa de aleación intermetálica 9. De este modo, para velocidades de avance estrictamente superiores a  $V_m$ , quedan partes de dicha capa de aleación metálica 11 en la parte 7.

**[0076]** Los inventores de la presente invención han constatado, sorprendentemente, que cuando el rayo láser 15 está inclinado en la orientación descrita anteriormente durante la eliminación, con un ángulo de inclinación  $\alpha$   
40 comprendido entre  $12^\circ$  y  $50^\circ$ , la velocidad  $V_m(\alpha)$  es superior en al menos 15 % de su valor para un ángulo  $\alpha$  igual a  $0^\circ$  (designado por  $V_m(0^\circ)$ ) es decir, para un rayo láser 15 sustancialmente perpendicular a la cara 10 que se está tratando. El ángulo  $\alpha$  se define con respecto a la dirección N, normal con respecto a la superficie de la chapa 1, como se indica en la figura 4.

45 **[0077]** Estos resultados se ilustran en la figura 5, que representa la evolución de la relación  $V_m(\alpha)/V_m(0^\circ)$  en función del ángulo de inclinación  $\alpha$  obtenido por experimentos realizados por los inventores, que se explicarán con más detalle a continuación.

**[0078]** De este modo, la orientación mencionada es ventajosa, ya que permite implementar una velocidad de  
50 avance del rayo láser 15 al menos 15 % superior a la velocidad  $V_m$  admisible en el caso convencional, en el que el rayo láser se orienta perpendicularmente a la cara 10 a tratar, obteniendo un resultado de calidad al menos idéntico en términos de calidad de eliminación. Sin embargo, tal aumento de la velocidad de avance resulta en una reducción de la duración del tratamiento de la chapa 1 y, por lo tanto, de un aumento de la eficacia del procedimiento, que se traduce también en una reducción de los costes de producción.

55 **[0079]** Ventajosamente, el ángulo de inclinación  $\alpha$  está comprendido entre  $15^\circ$  y  $45^\circ$ . De hecho, los inventores de la presente invención han constatado que, en este intervalo de ángulos de inclinación  $\alpha$ , la velocidad  $V_m(\alpha)$  es al menos 25 % superior a su valor para un ángulo  $\alpha$  igual a  $0^\circ$ , es decir, para un rayo láser 15 sustancialmente perpendicular a la cara 10 de la chapa 1 que se está tratando. Este intervalo preferido es más ventajoso, ya que  
60 permite una reducción aún mayor en la duración del tratamiento de la chapa 1.

**[0080]** Incluso más ventajosamente, el ángulo de inclinación  $\alpha$  está comprendido entre  $20^\circ$  y  $40^\circ$ . De hecho, los inventores de la presente invención han constatado que, en este intervalo de ángulos de inclinación  $\alpha$ , la velocidad  
65  $V_m(\alpha)$  es al menos 40 % superior a su valor para un ángulo  $\alpha$  igual a  $0^\circ$ , es decir, para un rayo láser 15 sustancialmente perpendicular a la cara 10 de la chapa 1 que se está tratando. Este intervalo preferido es incluso más ventajoso, ya

que permite una reducción aún mayor en la duración del tratamiento de la chapa 1.

**[0081]** Estos resultados también se ilustran en la figura 5.

5 **[0082]** Incluso más ventajosamente, el ángulo de inclinación  $\alpha$  está comprendido entre 25° y 35°. De hecho, como se representa en la figura 5, en este intervalo de ángulos de inclinación  $\alpha$ , la velocidad  $V_m(\alpha)$  es al menos 75 % superior a su valor para un ángulo  $\alpha$  igual a 0°, es decir, para un rayo láser 15 sustancialmente perpendicular a la cara 10 de la chapa 1 que se está tratando. Este intervalo preferido es incluso más ventajoso, ya que permite una reducción aún mayor en la duración del tratamiento de la chapa 1.

10

**[0083]** Como se representa en la figura 5, para ángulos de inclinación  $\alpha$  comprendidos entre 30° y 35°, la velocidad  $V_m(\alpha)$  es igual a dos veces su valor para un ángulo  $\alpha$  igual a 0°.

15 **[0084]** Según una realización, para realizar la eliminación, se selecciona una velocidad aproximadamente igual a  $V_m$  para que la capa de aleación metálica 11 se elimine sustancialmente por completo en la zona de eliminación 7 y la capa de aleación intermetálica 9 permanezca intacta.

20 **[0085]** Como alternativa, se selecciona una velocidad de avance del rayo láser 15 inferior a  $V_m$  para retirar la capa de aleación intermetálica 9 al menos parcialmente sobre toda la superficie de la zona de eliminación 7. En este caso, la inclinación del rayo láser 15 en el intervalo descrito anteriormente permite seleccionar una velocidad de avance estrictamente superior a la velocidad de avance para que un rayo láser 15 normal a la cara 10 sea tratado para que un resultado de eliminación sea al menos idéntico.

25 **[0086]** Al final de la etapa de eliminación, se obtiene una chapa preparada 1' como se ilustra esquemáticamente en la figura 2. Esta chapa 1' presenta las siguientes características.

30 **[0087]** Comprende un sustrato metálico 3 revestido, en al menos una de sus caras 10, con una capa de pre-revestimiento 5 como se ha definido anteriormente, y presenta, en su periferia 6, una zona de eliminación 7 desprovista de al menos una parte de la capa de pre-revestimiento 5.

30

**[0088]** La chapa 1' está destinada a ser colocada junto a otra chapa, y luego a ser soldada de un extremo a otro extremo a lo largo de un plano definido por el borde 13 de la chapa 1 situada en la zona 7.

35 **[0089]** La zona 7 presenta, por ejemplo, una anchura comprendida entre 0,8 mm y 3 mm, y en concreto entre 0,8 mm y 2 mm. Se extiende a lo largo de al menos un borde 13 de la chapa 1.

40 **[0090]** En el ejemplo ilustrado en la figura 2, la capa de aleación metálica 9 se ha retirado por completo de la zona 7, al mantener al menos una parte de la capa de aleación intermetálica 11 sobre toda la superficie de la zona 7. Más particularmente, la capa de aleación intermetálica 11 permanece intacta en la zona 7. En este caso, se ha usado una velocidad de avance igual a  $V_m$  durante la etapa de eliminación.

**[0091]** Como variante, la capa de aleación metálica 9 se retira por completo en la zona 7 y la capa de aleación intermetálica 11 se retira parcialmente de toda la superficie de la zona 7.

45 **[0092]** Según otra variante, la capa de aleación metálica 9 se retira por completo en la zona 7 y la capa de aleación intermetálica 11 se retira por completo de toda la superficie de la zona 7.

50 **[0093]** En el ejemplo ilustrado en la figura 2, la zona de eliminación 7 se extiende a la periferia de la chapa 6. De este modo, se extiende en una zona inmediatamente adyacente al borde 13 de la chapa. En este ejemplo, se extiende paralelo al borde 13 en toda la longitud de dicho borde 13.

**[0094]** Según la figura 3, la zona de eliminación 7 se ubica en una zona no completamente adyacente al borde 13 de la chapa pre-revestida. A modo de ejemplo, se extiende paralelamente al borde 13 de la chapa sobre toda la longitud de dicho borde 13, a una distancia no nula predeterminada de dicho borde.

55

**[0095]** Según esta variante, se corta acto seguido la chapa 1" obtenida a lo largo de un plano axial 20 perpendicular a la misma y pasando por la zona de eliminación 7, por ejemplo, por el medio de la misma. Este corte se realiza, por ejemplo, por desdoblado o por corte por láser. Se obtiene entonces una chapa 1' como se representa en la figura 2.

60

**[0096]** A modo de ejemplo, según la variante, el plano axial 20 mencionado anteriormente pasa por la zona de eliminación 7, y la anchura de la zona de eliminación 7 es 20 % a 40 % superior a la anchura de la zona fundida que se obtendría mediante una operación de soldadura realizada a lo largo del plano axial 20 mencionado anteriormente. Ventajosamente, la anchura de la zona de eliminación 7 se elige de manera que después de una operación de soldadura realizada a lo largo del plano axial 20 mencionado anteriormente, queda al menos 0,1 mm de la zona de

65



eliminación 7 en cada lado de la zona fundida, considerada a lo largo de la anchura de la zona de eliminación 7.

**[0097]** Como variante, la anchura de la zona de eliminación 7 está comprendida entre 0,4 mm y 30 mm. El valor mínimo de 0,4 mm corresponde a una anchura que permite realizar, después de un corte a lo largo del plano axial 20, dos chapas que presentan una zona de eliminación muy estrecha de 0,2 mm en cada una de las dos chapas. El valor de 30 mm corresponde a una anchura de eliminación adecuada para herramientas industriales para tal eliminación. El corte posterior puede llevarse a cabo, no en el plano axial 20 situado en el medio de la zona de eliminación, sino en una ubicación adecuada para obtener una chapa cuya anchura de eliminación es ligeramente superior a la anchura medio de la zona fundida obtenida por una operación de soldadura, definida por las condiciones de la invención.

**[0098]** Cuando la chapa pre-revestida 1 presenta una capa de pre-revestimiento 5 sobre cada una de sus caras, la etapa de eliminación se implementa ventajosamente en cada una de sus caras, ya sea sucesivamente o sustancialmente de manera simultánea, con un cabezal de ablación de láser 17 respectivo.

**[0099]** En este caso, la chapa 1' presenta una zona de eliminación 7 como se ha definido anteriormente en cada una de sus caras 10, estando estas zonas de eliminación 7 ventajosamente situadas una frente a la otra a lo largo de la normal N a la chapa 1'.

**[0100]** Según una realización, la etapa de eliminación del procedimiento de preparación de una chapa pre-revestida descrita anteriormente se realiza sin soplado de gas y/o sin aspiración. De hecho, el uso de soplado y/o aspiración en conjunto con una inclinación del rayo láser 15 tal como se ha descrito anteriormente puede reducir la estabilidad del procedimiento de eliminación. En particular, la aspiración y el soplado se realizan en direcciones particulares, incluso un error, incluso pequeño, en el posicionamiento de la boquilla de soplado o de la boquilla de aspiración corre el riesgo dar lugar a una ausencia de ablación al menos localizada para velocidades de ablación superiores a  $V_m(0)$ .

**[0101]** En el contexto de la presente invención, los inventores han realizado los siguientes experimentos, que les han permitido obtener la curva ilustrada en la figura 5 mencionada anteriormente.

**[0102]** Se ha comenzado con chapas 1 cortadas a partir de una banda de acero pre-revestida por temple en un baño fundido de una aleación de aluminio que comprende 9,3 % de silicio y 2,8 % de hierro, estando el resto constituido por aluminio e impurezas inevitables. Estas chapas 1 constan, en cada una de sus caras, de una capa de pre-revestimiento 5 que comprende una capa de aleación intermetálica 9 que comprende en su mayoría  $Fe_2Al_3$ ,  $Fe_2Al_5$  y  $Fe_xAl_ySi_z$  con un espesor aproximadamente igual a 5 micrómetros en contacto con el sustrato 3 de acero, recubierto con una capa 11 de aleación metálica Al-Si con un espesor medio de aproximadamente igual a 24 micrómetros.

**[0103]** El sustrato 3 presenta la siguiente composición, en porcentaje en peso:

C	Mn	Si	Al	Cr	Ti	B	N	S	P	Fe e impurezas inevitables
0,22	1,16	0,26	0,03	0,17	0,035	0,003	0,005	0,001	0,012	Resto

**[0104]** La capa de aleación metálica 11 se eliminó acto seguido usando un láser sobre una anchura de aproximadamente 1,5 mm a partir del borde 13 de las chapas 1 por medio de un rayo láser 15 orientado en diferentes ángulos de inclinación  $\alpha$ , dejando la capa de aleación intermetálica 9 intacta.

**[0105]** La eliminación se realizó por medio de un láser de fibra pulsada con una energía nominal de 1000 W que suministraba impulsos a una frecuencia de 10 kHz y producía una mancha focal de aproximadamente 1 mm<sup>2</sup>. La duración de los impulsos es aproximadamente igual a 70 ns.

**[0106]** Para cada ángulo de inclinación  $\alpha$ , se midió la velocidad  $V_m$  correspondiente.

**[0107]** Estos experimentos permitieron obtener la curva de la figura 5, ya analizada anteriormente.

**[0108]** Los inventores obtuvieron resultados similares con otras composiciones de sustratos 3, y en concreto sustratos 3 que presentan la siguiente composición, en % en peso:  $0,04 \% \leq C \leq 0,1 \%$ ,  $0,3 \% \leq Mn \leq 2 \%$ ,  $Si \leq 0,3 \%$ ,  $Ti \leq 0,08 \%$ ,  $0,015 \% \leq Nb \leq 0,1 \%$ ,  $Al \leq 0,1 \%$ ,  $S \leq 0,05 \%$ ,  $P \leq 0,1 \%$ , Cu, Ni, Cr, Mo, inferior a 0,1 %, siendo el resto hierro e impurezas inevitables resultantes de la fabricación, así como con los sustratos 3 tal como se especifica anteriormente, revestidos con una capa de pre-revestimiento 5 que presenta la composición mencionada anteriormente, pero cuyo espesor total de la capa de pre-revestimiento es de aproximadamente 35 micrómetros.

**[0109]** Los inventores también han obtenido resultados similares con láseres del tipo Q-switch.

**[0110]** Se observará que la curva de la figura 5 también ilustra que el efecto técnico ventajoso obtenido por la invención no se obtiene cuando el rayo láser 15 está inclinado de manera que su proyección ortogonal sobre la cara 10 que se está tratando se encuentra en la zona de la cara 10 que queda por tratar y no en la zona ya tratada de esta cara, que corresponde a los ángulos de inclinación  $\alpha$  negativos.

5

**[0111]** Sin desear quedar limitados por una teoría, los inventores de la presente invención proponen la siguiente explicación de los efectos ventajosos constatados de la inclinación del rayo láser. Se ha constatado que el impacto del rayo láser 15 sobre la capa de pre-revestimiento 5 resulta en una explosión del pre-revestimiento en contacto con el rayo láser. Esta explosión crea la formación de un vapor metálico que consta, en suspensión, de partículas resultantes del pre-revestimiento, verticalmente en la zona de impacto del rayo láser 15. Cuando el rayo láser 15 está orientado perpendicularmente al plano de la cara 10, es decir, cuando  $\alpha=0^\circ$ , debe atravesar esta nube de partículas a una altura considerable y una parte de su energía se disipa en la nube antes de eliminar cualquier impacto útil con el pre-revestimiento. Por el contrario, cuando el rayo láser 15 está inclinado de la manera descrita anteriormente, no atraviesa la nube de partículas, o en cualquier caso la atraviesa menos, lo que la hace más efectiva. Cuando el rayo láser 15 está inclinado de manera que su proyección ortogonal sobre la cara 10 que se está tratando se encuentra en la zona de la cara 10 que queda por tratar y no en la zona ya tratada de esta cara, que corresponde a ángulos de inclinación negativos, debe también atravesar la nube de partículas a una altura considerable y, por lo tanto, su eficacia disminuye de manera similar el caso del rayo 15 perpendicular al plano de la cara 10 a tratar.

20 **[0112]** En el contexto de los experimentos realizados, los inventores de la presente invención han constatado que, cuando el rayo láser 15 está inclinado por un ángulo de inclinación  $\alpha$  comprendido entre  $25^\circ$  y  $50^\circ$ , la zona de eliminación 7 obtenida por ablación presenta, independientemente de la velocidad de avance del rayo láser 15, una homogeneidad de superficie significativa.

25 **[0113]** A modo de ejemplo, la siguiente tabla ilustra los resultados de los experimentos realizados por los inventores de la presente invención.

Velocidad de avance	Ángulo de inclinación $\alpha$ más allá del cual se obtiene una no homogeneidad de espesor del pre-revestimiento $\Delta \leq 50\%$	Ángulo de inclinación $\alpha$ más allá del cual se obtiene una no homogeneidad de espesor del pre-revestimiento $\Delta \leq 70\%$
10 m/min	$22,5^\circ$	$20^\circ$
11 m/min	$22,5^\circ$	$15^\circ$
14 m/min	$25^\circ$	$0^\circ$
17 m/min	$22,5^\circ$	$0^\circ$

30 **[0114]** En esta tabla,  $\Delta$  representa, para una sección transversal dada a través de la zona de eliminación 7, tomada perpendicularmente al borde 13 de la chapa 1' adyacente a la zona de eliminación 7, la diferencia relativa entre:

- 35 - el espesor del pre-revestimiento restante en un tercio de la anchura de la zona de eliminación 7, considerada desde un borde de la zona de eliminación 7 a lo largo de la anchura de dicha zona, correspondiendo dicho borde, en este ejemplo, al borde 13 de la chapa 1, indicada  $h_{1/3}$ ; y
- el espesor de pre-revestimiento que permanece a la mitad de la anchura de la zona de eliminación 7, indicado  $h_{1/2}$ .

40 **[0115]** La figura 6 presenta una ilustración esquemática de estos parámetros.

**[0116]** Más particularmente,  $\Delta$  se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\Delta(\%) = \frac{h_{1/2} - h_{1/3}}{h_{1/2}} \times 100 .$$

45

**[0117]** De este modo,  $\Delta$  constituye una medida de homogeneidad del espesor del pre-revestimiento restante en la zona de eliminación 7 al final de la etapa de eliminación.

**[0118]** En virtud de lo anterior, ese entiende por espesor de pre-revestimiento al espesor de éste en la zona de eliminación 7 medido a partir del sustrato 3 en la dirección normal a la cara 10 de la chapa 1'.

50

**[0119]** En la tabla anterior,

$\Delta \leq 50 \%$  significa que la diferencia relativa es inferior o igual a 50 %.  
 $\Delta \leq 70 \%$  significa que la diferencia relativa es inferior o igual a 70 %.

5 **[0120]** Tras la ablación con un rayo inclinado, se constata que  $h_{1/2} > h_{1/3}$ , (o de manera equivalente:  $h_{1/2} - h_{1/3} > 0$ ), es decir, que el espesor del revestimiento a la mitad de la anchura es mayor que el obtenido alejándose de esta posición. De este modo,  $\Delta > 0 \%$ .

10 **[0121]** Sin embargo, los experimentos realizados por los inventores han demostrado que, sobre la anchura de la zona de eliminación 7, se observa una diferencia  $\Delta$  inferior o igual a 50 % en el espesor del pre-revestimiento, independientemente de la velocidad de eliminación usada cuando el ángulo de inclinación  $\alpha$  es superior o igual a 25°.

15 **[0122]** Por el contrario, la diferencia  $\Delta$  es más elevada para ángulos de inclinación más pequeños, siendo el espesor de pre-revestimiento restante a la mitad de la anchura normalmente al menos dos veces más grande que un tercio de la anchura tal como se ha definido anteriormente

20 **[0123]** En la práctica, se constata que el espesor  $h_{1/3}$  del pre-revestimiento varía muy poco con la inclinación del rayo láser 15. La mejora de la homogeneidad del espesor del pre-revestimiento que permanece en la zona de ablación 7 proviene esencialmente de una reducción del espesor de revestimiento  $h_{1/2}$  con la inclinación del rayo láser 15, aproximándose el espesor  $h_{1/2}$  a  $h_{1/3}$  para las inclinaciones crecientes del rayo láser 15.

25 **[0124]** De este modo, el intervalo de ángulos de inclinación  $\alpha$  comprendido entre 25° y 50° permite obtener tanto una productividad considerable del procedimiento de eliminación como una muy buena homogeneidad del espesor de pre-revestimiento que permanece en la zona de eliminación 7.

30 **[0125]** Esta muy buena homogeneidad es ventajosa. De hecho, tal homogeneidad permite minimizar el contenido de aluminio en la junta soldada, mientras se garantiza una buena resistencia a la corrosión en las regiones de las chapas 1 inmediatamente adyacentes a la junta soldada maximizando el espesor de la capa de aleación intermetálica 9 que queda en estas regiones.

35 **[0126]** Como se ha explicado anteriormente, el intervalo de ángulos de inclinación  $\alpha$  comprendido entre 20° y 40° permite obtener una productividad aún mejor. De este modo, el intervalo de ángulos de inclinación  $\alpha$  comprendido entre 25° y 40° es además más ventajoso, en la medida en que permite obtener una muy buena homogeneidad del espesor de pre-revestimiento que permanece en la zona de eliminación 7 asociada a una productividad incluso mejorada del procedimiento de eliminación.

40 **[0127]** De este modo, el procedimiento de eliminación según la invención permite obtener, en este caso, las chapas 1', 1" como se ha descrito anteriormente, y para las que, en la zona de eliminación 7, la variación relativa  $\Delta$ , considerada a lo largo de la anchura de la zona de eliminación 7, del espesor de la parte de la capa de pre-revestimiento 5 que queda en la zona de eliminación 7, definida por la relación de la diferencia entre el espesor del pre-revestimiento a la mitad de la anchura  $h_{1/2}$  y el espesor  $h_{1/3}$  de pre-revestimiento en un tercio de la anchura considerada desde dicho borde de la zona de eliminación 7, y el espesor del pre-revestimiento a la mitad de la anchura  $h_{1/2}$  es estrictamente superior a 0 % e inferior o igual a 50 %.

45 **[0128]** La invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de una preforma soldada, que comprende:

- proporcionar al menos dos chapas 1' preparadas según el procedimiento descrito anteriormente;
  - soldar de extremo a extremo estas dos chapas 1', la conexión soldada se efectúa en el borde 13 que comprende la zona de eliminación 7 en la que la capa de pre-revestimiento 5 ha sido retirada al menos parcialmente, y que
- 50 está particularmente desprovista de capa de aleación metálica 11.

55 **[0129]** El procedimiento de soldadura es ventajosamente un procedimiento de soldadura por láser con o sin alambre de aportación, en función de la composición del sustrato metálico y de las propiedades mecánicas deseadas de la junta soldada. Como alternativa, se trata de una soldadura por arco eléctrico.

**[0130]** Las chapas 1' presentan espesores idénticos. Como alternativa, presentan diferentes espesores.

60 **[0131]** Al final de este procedimiento, se obtiene una preforma soldada que comprende dos chapas pre-revestidas soldadas entre sí de extremo a extremo.

**[0132]** Según una variante, durante la etapa de provisión, se proporcionan al menos dos chapas 1' obtenidas a partir de al menos una chapa 1" como se ha descrito anteriormente por corte en la zona de eliminación 7 para obtener una chapa 1' que comprende en su periferia una zona 7 desprovista de al menos una parte de la capa de pre-revestimiento 5.

65

**[0133]** La invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de una pieza que comprende sucesivamente:

- proporcionar una preforma soldada obtenida por el procedimiento descrito anteriormente;
  - 5 - calentar la preforma para conferir una estructura parcial o completamente austenítica a los sustratos de las chapas que forman dicha preforma;
  - deformar dicha preforma en caliente para obtener una pieza; y
  - enfriar la pieza con una velocidad apropiada para conferirle propiedades mecánicas previstas.
- 10 **[0134]** Ventajosamente, durante la etapa de enfriamiento, la velocidad de enfriamiento es superior a la velocidad crítica de temple martensítico.

**[0135]** La pieza fabricada de este modo es, a modo de ejemplo, una pieza estructural o de seguridad para un vehículo de motor.

15

- [0136]** Según una realización no representada, durante la etapa de provisión se proporcionan dos chapas pre-revestidas 1 como se ha descrito anteriormente y están dispuestas una al lado de la otra dejando entre las dos chapas un juego predeterminado, después, durante la etapa de eliminación, se elimina simultáneamente al menos una parte de la capa de pre-revestimiento 5 de cada una de las dos chapas 1 para formar simultáneamente una zona de eliminación 7 en cada una de dichas chapas 1, el rayo láser 15 se encuentra a caballo en las dos chapas 1 durante la etapa de eliminación.
- 20

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de preparación de una chapa pre-revestida (1'; 1") con el fin de soldar la misma a otra chapa pre-revestida, que comprende las etapas sucesivas según las cuales:
- 5 - se proporciona una chapa pre-revestida (1) que comprende un sustrato metálico (3) provisto, en al menos una de sus caras (10), de una capa de pre-revestimiento (5), luego
- 10 - se elimina, en al menos una cara (10) de dicha chapa pre-revestida (1), al menos una parte de dicha capa de pre-revestimiento (5) para formar una zona de eliminación (7), siendo dicha eliminación realizada mediante el impacto de un rayo láser (15) sobre dicha capa de pre-revestimiento (5), comprendiendo la etapa de eliminación, en el transcurso de la eliminación, el desplazamiento relativo de dicho rayo láser (15) con respecto a la chapa (1) en una dirección de avance (A),
- caracterizado porque**, durante la eliminación, el rayo láser (15) está inclinado con respecto a la cara (10) de la chapa (1) de manera que la proyección ortogonal del rayo láser (15) en dicha cara (10) de la chapa (1) se sitúa en la zona de la chapa (1) en la que la eliminación ya se ha realizado y que forma con la dirección normal (N) hacia la cara (10) de la chapa (1), un ángulo de inclinación (a) comprendido entre 12° y 50°.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la capa de pre-revestimiento (5) es una capa de aluminio, una capa a base de aluminio o una capa de aleación de aluminio.
- 20 3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la capa de pre-revestimiento (5) es una capa de aleación de aluminio que comprende además silicio.
- 25 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el ángulo de inclinación (a) del rayo láser (15) está comprendido entre 15° y 45°.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el ángulo de inclinación (a) del rayo láser (15) está comprendido entre 20° y 40°.
- 30 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el ángulo de inclinación (a) del rayo láser (15) está comprendido entre 25° y 40°.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el ángulo de inclinación (a) del rayo láser (15) está comprendido entre 25° y 35°.
- 35 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el rayo láser (15) es un rayo láser pulsado.
- 40 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la capa de pre-revestimiento (5) comprende una capa de aleación intermetálica (9) recubierta con una capa de aleación metálica (11).
10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la zona de eliminación (7) está completamente desprovista de la capa de aleación metálica (11).
- 45 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la zona de eliminación (7) está formada sobre una cara inferior (10) de la chapa (1).
12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que una zona de eliminación (7) está formada simultáneamente sobre una cara inferior (10) y sobre una cara superior (10) de la chapa (1).
- 50 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la eliminación se realiza sin aspiración.
- 55 14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la eliminación se realiza sin soplado de gas.
15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, durante la etapa de eliminación, la distancia entre la lente de salida del cabezal del láser (17) y la chapa (1) es superior o igual a 150 mm, y en particular, comprendida entre 150 mm y 250 mm.
- 60 16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en el que el sustrato metálico (3) está constituido por acero.
- 65 17. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que el acero del sustrato (3) comprende, en peso:

0,10 % ≤ C ≤ 0,5 %  
 0,5 % ≤ Mn ≤ 3 %  
 0,1 % ≤ Si ≤ 1 %  
 0,01 % ≤ Cr ≤ 1 %

5 Ti ≤ 0,2 %  
 Al ≤ 0,1 %  
 S ≤ 0,05 %  
 P ≤ 0,1 %  
 B ≤ 0,010 %

10 estando el resto constituido por hierro e impurezas que proceden de la elaboración,

18. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que el acero del sustrato (3) comprende, en peso:

15 0,15 % ≤ C ≤ 0,25 %  
 0,8 % ≤ Mn ≤ 1,8 %  
 0,1 % ≤ Si ≤ 0,35 %  
 0,01 % ≤ Cr ≤ 0,5 %  
 Ti ≤ 0,1 %

20 Al ≤ 0,1 %  
 S ≤ 0,05 %  
 P ≤ 0,1 %  
 B ≤ 0,005 %

25 estando el resto constituido por hierro e impurezas que proceden de la elaboración.

19. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que el acero del sustrato (3) comprende, en peso:

30 0,040 % ≤ C ≤ 0,100 %  
 0,80 % ≤ Mn ≤ 2,00 %  
 Si ≤ 0,30 %  
 S ≤ 0,005 %  
 P ≤ 0,030 %  
 0,010 % ≤ Al ≤ 0,070 %

35 0,015 % ≤ Nb ≤ 0,100 %  
 Ti ≤ 0,080 %  
 N ≤ 0,009 %  
 Cu ≤ 0,100 %  
 Ni ≤ 0,100 %

40 Cr ≤ 0,100 %  
 Mo ≤ 0,100 %  
 Ca ≤ 0,006 %,

estando el resto constituido por hierro e impurezas que proceden de la elaboración.

45 20. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, en el que la microestructura de dicho acero es ferrito-perlítica.

21. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, en el que, durante la etapa de provisión, se proporcionan dos chapas pre-revestidas (1) y están dispuestas una al lado de la otra dejando entre las dos chapas pre-revestidas (1) un juego predeterminado, después, durante la etapa de eliminación, se elimina simultáneamente al menos una parte de la capa de pre-revestimiento (5) de cada una de las dos chapas (1) para formar simultáneamente una zona de eliminación (7) en cada una de dichas chapas (1), estando el rayo láser (15) dispuesto a caballo sobre las dos chapas (1) durante la etapa de eliminación.

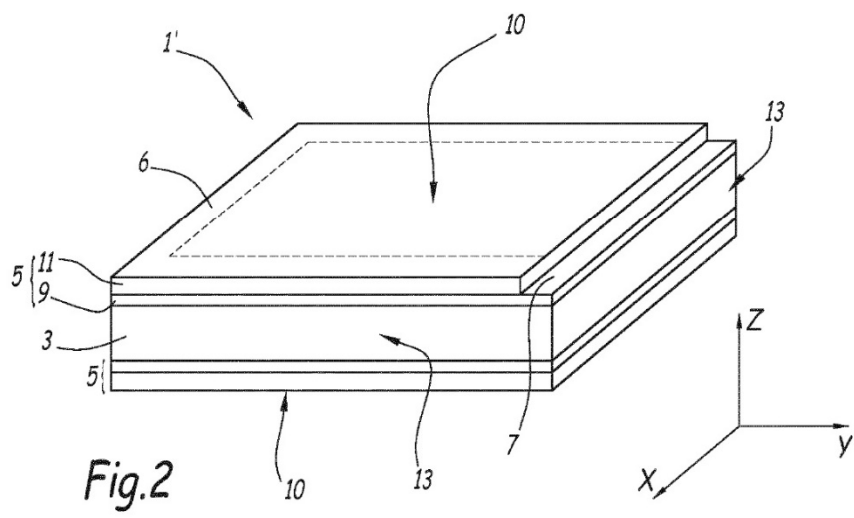
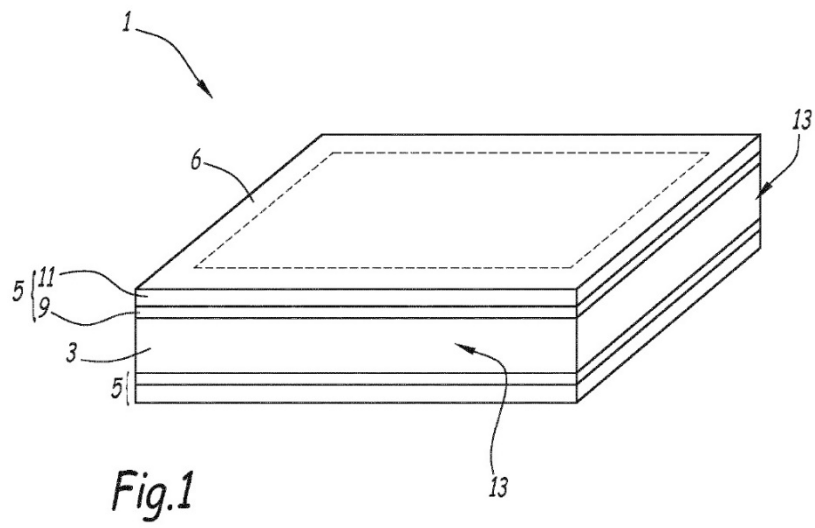
55 22. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, en el que la zona de eliminación (7) está situada en la periferia (6) de la chapa (1).

23. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, en el que la zona de eliminación (7) no es completamente adyacente al borde (13) de la chapa (1).

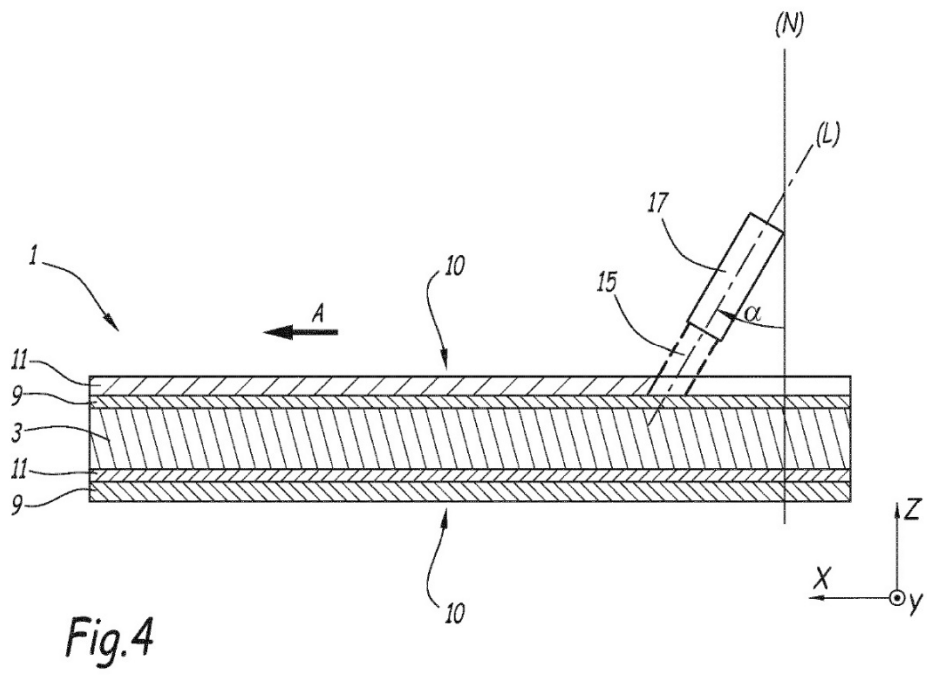
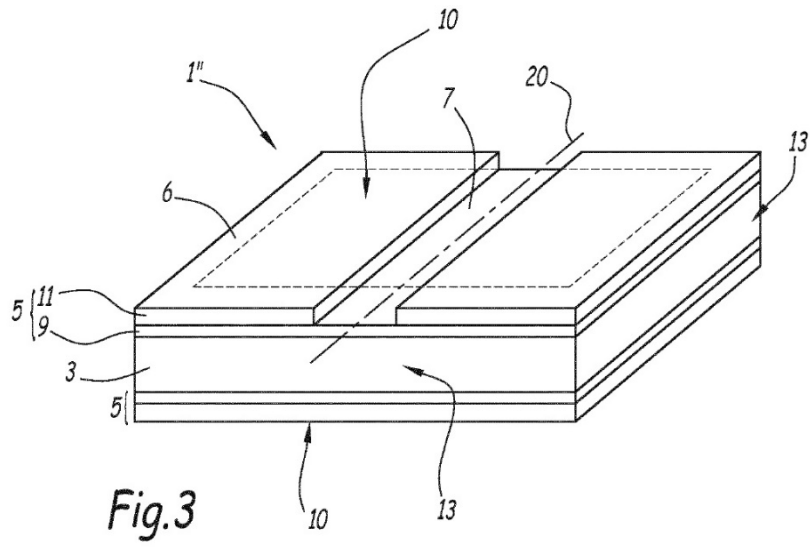
24. Procedimiento según la reivindicación 23, que comprende, además, después de la etapa de eliminación para formar la zona de eliminación (7), el corte de la chapa (1") a lo largo de un plano (20) para obtener una chapa (1') que comprende, en su periferia, una zona (7) desprovista de al menos una parte de la capa de pre-revestimiento (5).

65

25. Chapa (1',1") que comprende un sustrato metálico (3) provisto, en al menos una de sus caras (10), de una capa de pre-revestimiento (5), comprendiendo la chapa (1'), sobre al menos una cara (10), una zona de eliminación (7) en la que la capa de pre-revestimiento (5) ha sido retirada sobre una parte de su espesor, **caracterizada porque**, en la zona de eliminación (7), la variación relativa  $\Delta$ , considerada a lo largo de la anchura de la zona de eliminación (7), del espesor de la parte de la capa de pre-revestimiento (5) que permanece en la zona de eliminación (7), definida por la relación entre la diferencia entre el espesor de pre-revestimiento a la mitad de la anchura ( $h_{1/2}$ ) y el espesor ( $h_{1/3}$ ) del pre-revestimiento a un tercio de la anchura considerada desde el borde de la zona de eliminación (7), y el espesor del pre-revestimiento a la mitad de la anchura ( $h_{1/2}$ ) es estrictamente superior a 0 % e inferior o igual a 50 %, y donde la zona de eliminación (7) se sitúa en la periferia (6) de la chapa (1').
- 10 26. Chapa (1',1") según la reivindicación 25, en la que la capa de pre-revestimiento (5) comprende una capa de aleación intermetálica (9) recubierta con una capa de aleación metálica (11).
- 15 27. Chapa (1',1") según la reivindicación 26, en la que la zona de eliminación (7) está completamente desprovista de la capa de aleación metálica (11).
28. Procedimiento de fabricación de una preforma soldada que comprende las etapas sucesivas según las cuales:
- 20 - se proporcionan al menos dos chapas (1') según cualquiera de las reivindicaciones 25 o 26 o fabricadas según el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22 y 24, luego  
 - se sueldan de extremo a extremo estas dos chapas (1'), comprendiendo la conexión soldada efectuada en el borde (13) la zona de eliminación (7).
- 25 29. El procedimiento según la reivindicación 28, en el que las dos chapas (1') soldadas de extremo a extremo presentan diferentes espesores.
30. Procedimiento de fabricación de una pieza embutida en caliente que comprende las etapas sucesivas según las cuales:
- 30 - se proporciona una preforma soldada obtenida por el procedimiento según la reivindicación 28 o según la reivindicación 29, luego  
 - se calienta dicha preforma soldada para conferir una estructura parcial o completamente austenítica a los sustratos (3) de las chapas (1') que forman dicha preforma, luego
- 35 - se embute en caliente dicha preforma para obtener una pieza embutida en caliente;  
 - se enfría la pieza con una velocidad apropiada para conferirle las propiedades mecánicas previstas.
31. Procedimiento según la reivindicación 30, en el que la velocidad de enfriamiento es superior a la velocidad crítica de temple martensítico del acero del sustrato (3) de dichas al menos dos chapas (1') o del acero del
- 40 sustrato (3) de dicha al menos una chapa (1").







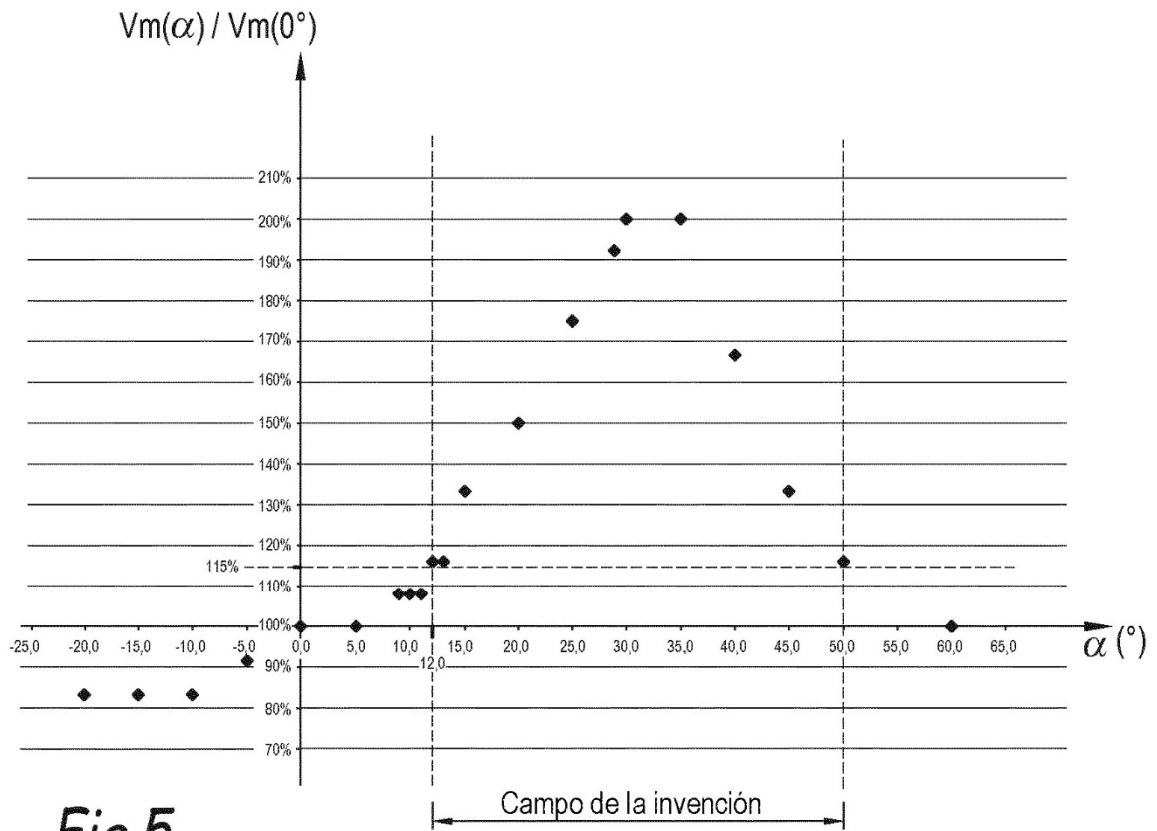


Fig.5

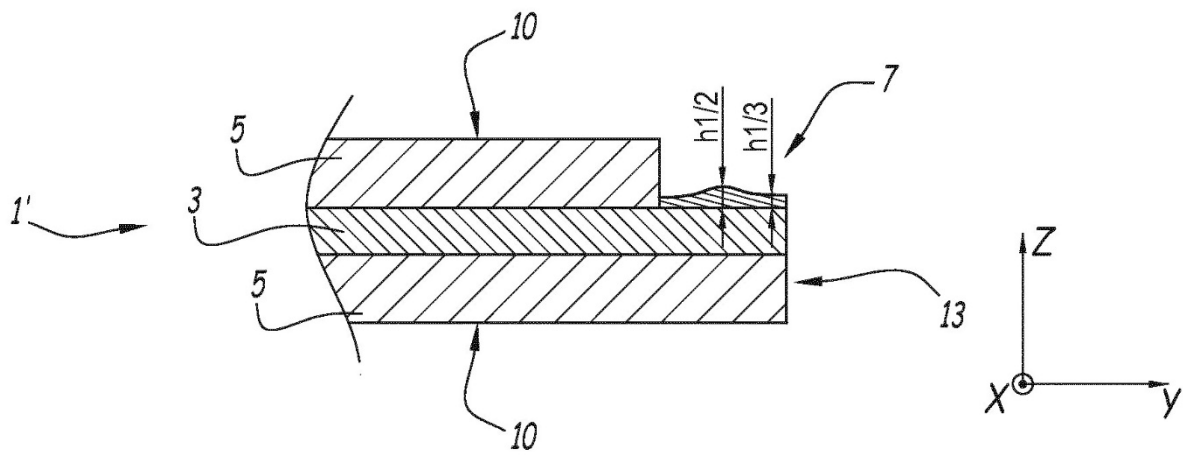


Fig.6

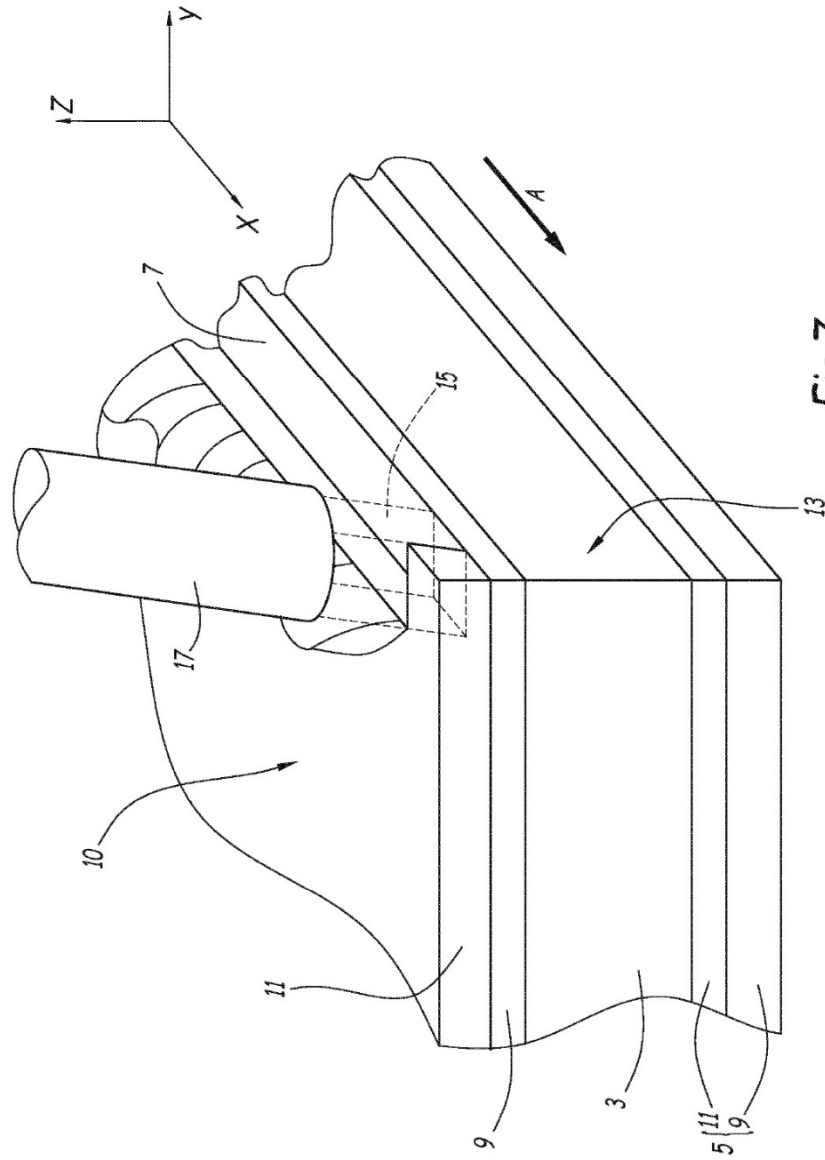


Fig.7