

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 380**

51 Int. Cl.:

B23K 35/30	(2006.01)	B23K 103/04	(2006.01)
B23K 26/14	(2014.01)	B23K 26/32	(2014.01)
B23K 35/02	(2006.01)	B23K 26/26	(2014.01)
C22C 38/00	(2006.01)	C22C 38/06	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)	C22C 38/28	(2006.01)
C22C 38/22	(2006.01)	C22C 38/58	(2006.01)
C22C 38/32	(2006.01)		
C22C 38/38	(2006.01)		
C22C 38/44	(2006.01)		
B23K 101/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.01.2015 PCT/EP2015/051780**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.08.2015 WO15121074**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2015 E 15703535 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3107681**

54 Título: **Procedimiento para la soldadura por láser de una o varias piezas de trabajo de acero templable en el procedimiento de unión a tope**

30 Prioridad:

17.02.2014 DE 102014001979

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.04.2019

73 Titular/es:

**WISCO TAILORED BLANKS GMBH (100.0%)
Mannesmannstr. 101
47259 Duisburg, DE**

72 Inventor/es:

**BREUER, ARNDT y
BOTH, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 709 380 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 para la soldadura por láser de una o varias piezas de trabajo de acero templable en el procedimiento de unión a tope

5 La invención se refiere a un procedimiento para la soldadura por láser de una o varias piezas de trabajo de acero templable en prensa, en particular acero de manganeso-boro, en la unión a tope, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Un procedimiento de este tipo, en el que se emplean piezas de trabajo de acero de manganeso-boro templable en prensa, que presentan un revestimiento a base de aluminio y mediante la eliminación de su revestimiento en la zona de bordes a lo largo de los rebordes que van a soldarse entre sí antes de la soldadura por láser se decapan parcialmente, se conoce por el documento WO 2013/014481 A1.

15 Las pletinas de chapa de acero fabricadas a medida los denominados *Tailored Blanks*) se emplean en la construcción de automóviles, Para cumplir con las altas exigencias en cuanto a la seguridad frente a choques con un peso de carrocería lo más reducido posible. Para ello se ensamblan pletinas o flejes individuales de diferentes calidades de material y/o grosores de chapa en la unión a tope mediante soldadura por láser. De esta manera puede adaptarse diferentes lugares de la pieza constructiva de carrocería acabada a diferentes cargas. Así, en lugares con carga elevada puede utilizarse chapa de acero más gruesa o también con una resistencia más elevada, y en los demás lugares chapas más delgadas o también chapas de calidades de embutición profunda relativamente blandas. Mediante tales pletinas de chapa fabricadas a medida son innecesarias piezas de refuerzo adicionales en la carrocería. Esto supone un ahorro de material y permite reducir el peso total de la carrocería.

25 En los últimos años se han desarrollado acero de aleación de boro, en particular aceros de manganeso-boro, que en la conformación en caliente con enfriamiento rápido alcanzan resistencias elevadas, por ejemplo resistencias a la tracción en el intervalo de 1500 a 2000 MPa. En el estado inicial los aceros de manganeso-boro normalmente tienen una estructura de ferrita-perlita y poseen resistencias de aproximadamente 600 MPa. Mediante el temple en prensa, es decir mediante calentamiento a una temperatura de austenitización y enfriamiento rápido subsiguiente en la prensa de moldeo sin embargo puede ajustarse una estructura de martensita, de modo que los aceros tratados de este modo pueden alcanzar resistencias a la tracción en el intervalo de 1500 a 2000 MPa.

35 Las piezas constructivas de carrocería fabricadas a partir de pletinas de acero fabricadas a medida, por ejemplo columnas B, presentan, hasta un cierto grosor de chapa o una cierta diferencia en el grosor, un desarrollo de dureza perfecto. Sin embargo, se ha comprobado que, en particular, en el caso de un grosor de chapa entre 0,5 y 1,8 mm, o también, ya en el caso de una diferencia en el grosor entre 0,2 y 0,4 mm aparece el problema de que el cordón de soldadura por láser durante la conformación en caliente (temple en prensa) no se endurece lo suficiente. En la zona del cordón de soldadura se produce solo entonces parcialmente una estructura de martensita, de modo que en el caso de carga de la pieza constructiva acabada puede llegarse a un deterioro en el cordón de soldadura. Este problema está relacionado probablemente con que, en particular, en el caso de una diferencia en el grosor, por regla general, no puede garantizarse un contacto suficiente con la herramienta de conformación enfriada o herramienta de enfriamiento y el cordón de soldadura no puede transformarse por completo en martensita.

45 En el documento US 2008/0011720 A1 se describe un procedimiento de soldadura híbrido por láser y por arco, en el que pletinas de acero de manganeso-boro, que presentan una capa de superficie que contiene aluminio, se unen entre sí en la unión a tope, estando combinado el haz de láser con al menos un arco de luz eléctrico, para fundir el metal en la unión a tope y soldar las pletinas entre sí. El arco eléctrico se emite a este respecto mediante un electrodo de soldadura de wolframio o se forma en el uso de un soplete de soldadura MIG en la punta de un hilo suplementario. El hilo suplementario puede contener elementos (por ejemplo Mn, Ni y Cu), que inducen a la transformación del acero a una estructura de austenita y favorecen un mantenimiento de la transformación austenítica en el baño de fusión. Con este procedimiento de soldadura híbrido de arco- láser debe conseguirse que las pletinas de acero de manganeso-boro que pueden conformarse en caliente, que están provistos con un revestimiento a base de aluminio-silicio, puedan soldarse sin retirar previamente el material de revestimiento en la zona del cordón de soldadura que va a fabricarse, aunque no obstante debe garantizarse que el aluminio situado en los rebordes de las pletinas no lleve a una disminución de la resistencia a la tracción de la pieza constructiva en el cordón de soldadura. Mediante la previsión de un arco voltaico eléctrico detrás del haz de láser el baño de fusión debe homogeneizarse y deben eliminarse las concentraciones de aluminio locales por ello mayores de 1,2 % en peso, que crean una estructura de ferrita. Este procedimiento de soldadura híbrido conocido es relativamente complejo en cuanto al consumo de energía debido a la creación del arco voltaico eléctrico.

60 La presente invención se basa en el objetivo de presentar un procedimiento de soldadura, con el que piezas de trabajo de acero templable en prensa, en particular acero de manganeso-boro, que presentan un grosor entre 0,5 y 1,8 mm y/o en los que en la unión a tope se forma una diferencia en el grosor entre 0,2 y 0,4 mm, pueden juntarse para formar piezas de trabajo fabricadas a medida, en particular pletinas fabricadas a medida, en la unión a tope, cuyo cordón de soldadura durante la conformación en caliente (temple en prensa) puede endurecerse de manera fiable en una estructura de martensita. Además, el procedimiento va a destacarse por una elevada productividad, así

como un consumo de energía relativamente reducido.

Para lograr este objetivo se propone un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas y preferentes del procedimiento de acuerdo con la invención están indicadas en las reivindicaciones secundarias.

El procedimiento de acuerdo con la invención sirve para la soldadura por láser de una o varias piezas de trabajo de acero templable en prensa, en particular acero de manganeso-boro, en la unión a tope, en el que la pieza de trabajo o las piezas de trabajo presentan un grosor entre 0,5 y 1,8 mm, en particular entre 0,5 y 1,6 mm y/o en la unión a tope se forma una diferencia en el grosor entre 0,2 y 0,4 mm, en particular entre 0,2 y 0,3 mm. A este respecto la soldadura por láser se realiza mediante la alimentación de hilo suplementario en el baño de fusión creado con un haz de láser. El hilo suplementario contiene al menos un elemento de aleación del grupo que comprende manganeso, cromo, molibdeno, silicio y/o níquel, que favorece la formación de austenita en el baño de fusión creado con el haz de láser, estando presente este al menos un elemento de aleación con un porcentaje de masa mayor en al menos 0,1 % en peso en el hilo suplementario que en el acero templable en prensa de la pieza de trabajo o de las piezas de trabajo, estando la pieza de trabajo empleada o estando las piezas de trabajo empleadas no revestidas o estando parcialmente decapadas mediante la eliminación de su revestimiento en la zona de bordes a lo largo de los rebordes que van a soldarse entre sí antes de la soldadura por láser. El procedimiento de acuerdo con la invención está caracterizado además por que el hilo suplementario presenta la siguiente composición:

0,05 - 0,15 % en peso de C,
 0,5 - 2,0 % en peso de Si,
 1,0 - 2,5 % en peso de Mn,
 0,5 - 2,0 % en peso de Cr + Mo, y
 1,0 - 4,0 % en peso de Ni,
 Fe residual e impurezas inevitables,

presentando el hilo suplementario un porcentaje de masa de carbono menor en al menos 0,1 % en peso que el acero templable en prensa de la pieza de trabajo o de las piezas de trabajo.

Los ensayos han mostrado que, con un hilo suplementario de este tipo, aplicando el procedimiento de acuerdo con la invención, de una manera especialmente fiable puede garantizarse una transformación completa del cordón de soldadura en una estructura de martensita en el temple en prensa subsiguiente. Mediante un contenido de carbono relativamente bajo del hilo suplementario puede impedirse una fragilidad del cordón de soldadura. En particular, mediante un contenido de carbono relativamente bajo del hilo suplementario puede alcanzarse una extensibilidad residual en el cordón de soldadura.

Las piezas de trabajo o pletinas fabricadas a medida fabricados de acuerdo con la invención ofrecen en cuanto a la conformación en caliente (temple en prensa) una ventana de proceso mayor, en la que se alcanza un temple suficiente de la pieza constructiva, en particular también en su cordón de soldadura.

El procedimiento de acuerdo con la invención puede utilizarse no solo en el ensamblado de varias pletinas de acero de diferentes calidades de material y/o grosores de chapa en la unión a tope, sino que por ejemplo también en la soldadura por láser de una chapa de acero individual en forma de placa o de fleje, donde en el último caso citado los bordes que van a soldarse entre sí de la pieza de trabajo mediante conformación, por ejemplo mediante rebordeado o forja por laminación, se mueven los unos hacia los otros, de modo que finalmente están dispuestos dirigidos los unos hacia los otros en la unión a tope.

Para impedir la formación de una capa de cascarilla sobre flejes de acero o chapas de acero, Estos se proveen habitualmente con un revestimiento a base de aluminio o de aluminio-silicio. El procedimiento de acuerdo con la invención puede aplicarse empleando tales llantas de acero o flejes de acero revestidos, en el que según una variante ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención el revestimiento a base de aluminio o aluminio-silicio en la zona de bordes a lo largo de los rebordes que van a soldarse entre sí se elimina antes de la soldadura por láser, de modo que la pieza de trabajo empleada o las piezas de trabajo empleadas están decapadas parcialmente. Esto puede realizarse mediante al menos un haz de energía, preferentemente un haz de láser. Asimismo es concebible un decapado mecánico o de alta frecuencia (HF-). De esta manera puede impedirse de manera fiable un deterioro del cordón de soldadura mediante material de revestimiento introducido en el mismo de otro modo involuntariamente, que durante la conformación en caliente (temple en prensa) podría llevar o llevaría a irrupciones en la variación de la dureza.

Las pletinas de acero o flejes de acero no revestidos pueden soldarse asimismo entre sí según el procedimiento de acuerdo con la invención.

En un diseño preferido del procedimiento de acuerdo con la invención la pieza de trabajo o las piezas de trabajo se seleccionan en el sentido de que su acero presenta la siguiente composición: 0,16 a 0,50 % en peso de C, como máximo 0,40 % en peso de Si, 0,50 a 2,00 % en peso de Mn, como máximo 0,025 % en peso de P, como máximo

0,010 % en peso de S, como máximo 0,60 % en peso de Cr, como máximo 0,50 % en peso de Mo, como máximo 0,050 % en peso de Ti, 0,0008 a 0,0070 % en peso de B, y como mínimo 0,010 % en peso de Al, Fe residual e impurezas inevitables. Las piezas constructivas fabricadas a partir de un acero de este tipo presentan, después de un temple en prensa una resistencia a la tracción relativamente alta.

5 De manera especialmente preferente en el procedimiento de acuerdo con la invención se emplean piezas de trabajo en forma de pletinas o de fleje de acero templable en prensa, que después de un temple en prensa presentan una resistencia a la tracción en el intervalo de 1500 a 2000 MPa.

10 Un diseño ventajoso adicional del procedimiento de acuerdo con la invención prevé que el hilo suplementario se alimente en el estado calentado al baño de fusión. Por ello puede alcanzarse una velocidad de proceso más elevada o una productividad más elevada. Ya que, en este diseño, con el haz de láser no tiene que aplicarse tanta energía, para fundir el hilo suplementario. Preferentemente el hilo suplementario antes de alimentarse al baño de fusión se calienta al menos en una sección longitudinal a una temperatura de al menos 50 °C.

15 Para impedir una fragilidad del cordón de soldadura, un diseño preferente del procedimiento de acuerdo con la invención prevé que al baño de fusión durante la soldadura por láser se aplique gas de protección (gas inerte). De manera especialmente preferente, a este respecto como gas de protección se emplea argón puro, helio, nitrógeno o su mezcla o una mezcla de argón, helio, nitrógeno y/o dióxido de carbono y/u oxígeno.

20 A continuación, se explica con más detalle la invención mediante un dibujo que representa ejemplos de realización. Muestran esquemáticamente:

25 figura 1 una vista en perspectiva de piezas de un dispositivo para la ejecución del procedimiento de soldadura por láser de acuerdo con la invención, en el que dos pletinas de acero templables por prensa, esencialmente del mismo grosor, se sueldan entre sí en la unión a tope; y

30 figura 2 una vista en perspectiva de piezas de un dispositivo para la ejecución del procedimiento de soldadura por láser de acuerdo con la invención, en el que dos pletinas de acero templables por prensa, esencialmente de distinto grosor en este caso se sueldan entre sí en la unión a tope.

35 En la figura 1 se representa esquemáticamente un dispositivo, con el que puede ejecutarse un procedimiento de soldadura por láser de acuerdo con la invención. El dispositivo comprende una base (no mostrada), sobre la que dos flejes o pletinas 1, 2 de acero de diferente calidad de material se juntan a tope a lo largo de la junta de ensamblaje 3. Por ejemplo una de las piezas de trabajo 1 o 2 posee una calidad para embutición profunda relativamente blanda, mientras que la otra pieza de trabajo 2 o 1 se compone de una chapa de acero de resistencia más elevada. Al menos una de las piezas de trabajo 1, 2 está fabricada de acero templable en prensa, por ejemplo de acero de manganeso-boro.

40 Las piezas de trabajo 1, 2 tienen esencialmente el mismo grosor. Su grosor asciende entre 0,5 a 1,8 mm, por ejemplo, de 1,6 mm.

45 Por encima de las piezas de trabajo 1, 2 está esbozada una sección de una cabeza de soldadura 4 por láser, que está provista con una óptica (no mostrada) para la alimentación de un haz de láser, así como una lente de enfoque 5 para el haz de láser 6. Además, en la cabeza de soldadura por láser 4 está dispuesto un conducto 7 para la alimentación de gas de protección. La boca del conducto de gas de protección 7 está orientada esencialmente a la zona de enfoque del haz de láser 6 o el baño de fusión 8 creado por el haz de láser 6. Como gas de protección se emplea preferentemente argón puro o por ejemplo una mezcla de argón, helio y/o dióxido de carbono. Además a la cabeza de soldadura por láser 4 está asociado un equipo de alimentación de alambre 9, mediante el cual al baño de fusión 8 se alimenta un material adicional especial en forma de un alambre 10, que se funde igualmente mediante el haz de láser 6. El hilo suplementario 10 se alimenta al baño de fusión 8 en el estado calentado. Para ello el equipo de alimentación de alambre 9 con al menos un elemento de calefacción (no mostrado), por ejemplo una espiral de calefacción que rodea el alambre 10. Con el elemento de calefacción, el hilo suplementario 10 preferentemente se calienta a una temperatura de al menos 50 °C, de manera especialmente preferente a al menos 90 °C.

55 El ejemplo de realización representado en la figura 2 se diferencia del ejemplo de realización de acuerdo con la figura 1 en que las piezas de trabajo 1, 2' son de distinto grosor, de modo que en la unión a tope 3 se presenta una diferencia en el grosor d entre 0,2 y 0,4 mm, por ejemplo, de 0,3 mm. Por ejemplo una de las piezas de trabajo 2' posee un grosor de chapa en el intervalo de 1,2 mm a 1,3 mm, mientras que la pieza de trabajo 1 presenta un grosor de chapa en el intervalo de 1,4 mm a 1,5 mm. Además las piezas de trabajo 1, 2' que van a unirse entre sí en la unión a tope 3 pueden diferenciarse unas de otras también en su calidad de material. Por ejemplo, la pletina más gruesa 1 se fabrica de chapa de acero de resistencia más elevada, mientras que la pletina de acero más delgada 2' posee una calidad para la embutición profunda relativamente blanda.

65 El acero templable en prensa, del que se compone al menos una de las piezas de trabajo 1, 2 o 2' que van a unirse entre sí en la unión a tope 3, puede presentar por ejemplo la siguiente composición química:

5 como máximo 0,45 % en peso de C,
 como máximo 0,40 % en peso de Si,
 como máximo 2,0 % en peso de Mn,
 como máximo 0,025 % en peso de P,
 como máximo 0,010 % en peso de S,
 como máximo 0,8 % en peso de Cr + Mo,
 como máximo 0,05 % en peso de Ti,
 como máximo 0,0050 % en peso de B, y
 10 como mínimo 0,010 % en peso de Al,
 Fe residual e impurezas inevitables.

15 Las piezas de trabajo o pletinas de acero 1, 2 o 2' pueden estar no revestidas o provistos con un revestimiento, en particular capa de Al-Si. En el estado de entrega, es decir antes de un tratamiento térmico y enfriamiento rápido, el límite elástico Re de las pletinas de acero templables en prensa 1, 2 y/o 2' asciende preferentemente al menos a 300 MPa; su resistencia a la tracción Rm asciende al menos a 480 MPa, y su alargamiento a la rotura A₈₀ se sitúa en al menos 10 %. Después de la conformación en caliente (temple en prensa), es decir, una austenitización a aproximadamente 900 a 920 °C y enfriamiento rápido subsiguiente, estas pletinas de acero presentan un límite elástico Re de aproximadamente 1.100 MPa, una resistencia a la tracción Rm de aproximadamente 1.500 a 2000 MPa y un alargamiento a la rotura A₈₀ de aproximadamente 5,0 %.

20 Siempre y cuando las piezas de trabajo o pletinas de acero 1, 2 y/o 2' estén provistas de un revestimiento de aluminio, en particular con un revestimiento Al-Si, el revestimiento en la zona de bordes a lo largo de los rebordes que van a soldarse entre sí se retira o se decapa parcialmente antes de la soldadura por láser. Dado el caso, también se retira el material de revestimiento de aluminio que se adhiere en los rebordes o en los cantos de corte 3.
 25 La eliminación (retirada) del material de revestimiento de aluminio puede realizarse preferentemente mediante al menos un haz de láser.

El hilo suplementario 10 empleado presenta por ejemplo la siguiente composición química:

30 0,1 % en peso de C,
 0,8 % en peso de Si,
 1,8 % en peso de Mn,
 0,35 % en peso de Cr,
 0,6 % en peso de Mo, y
 35 2,25 % en peso de Ni,
 Fe residual e impurezas inevitables.

40 El contenido de manganeso del hilo suplementario 10 es a este respecto siempre más elevado que el contenido de manganeso de las piezas de trabajo 1, 2 o 2' templables en prensa. Preferentemente, el contenido de manganeso del hilo suplementario 10 es en aproximadamente. 0,2 % en peso más elevado que el contenido de manganeso de las piezas de trabajo 1, 2 o 2' templables en prensa. Además es conveniente cuando también el contenido de cromo y molibdeno del hilo suplementario 10 es más alto en las piezas de trabajo templables en prensa 1, 2 o 2'. Preferentemente el contenido de cromo-molibdeno combinado del hilo suplementario 10 se sitúa en alrededor de 0,2 % en peso más elevado que el contenido de cromo-molibdeno combinado de las piezas de trabajo 1, 2 o 2' templables en prensa. El contenido de níquel del hilo suplementario 10 se sitúa preferentemente en el intervalo de 1 a 4 % en peso. Además, el hilo suplementario 10 presenta preferentemente un contenido de carbono más reducido que en el acero templable en prensa de las piezas de trabajo 1, 2 o 2'.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la soldadura por láser de una o varias piezas de trabajo de acero templable en prensa, en particular acero de manganeso-boro, en la unión a tope, en el que la pieza de trabajo o las piezas de trabajo (1, 2; 1, 2') presentan un grosor de entre 0,5 y 1,8 mm, y/o en la unión a tope (3) se forma una diferencia en el grosor (d) de entre 0,2 y 0,4 mm, y en donde la soldadura por láser se realiza mediante la alimentación de hilo suplementario (10) en el baño de fusión (8) creado con al menos un haz de láser (6), creándose el baño de fusión (8) exclusivamente mediante el al menos un haz de láser (6), conteniendo el hilo suplementario (10) al menos un elemento de aleación del grupo que comprende manganeso, cromo, molibdeno, silicio y/o níquel, que favorece la formación de austenita en el baño de fusión (8) creado con el haz de láser (6), estando presente este al menos un elemento de aleación con un porcentaje de masa mayor en al menos un 0,1 % en peso en el hilo suplementario (10) que en el acero templable en prensa de la pieza de trabajo o de las piezas de trabajo (1, 2; 1, 2'), y estando la pieza de trabajo empleada o estando las piezas de trabajo empleadas (1, 2; 1, 2') no revestidas o estando parcialmente decapadas mediante la eliminación de su revestimiento en la zona de bordes a lo largo de los rebordes que van a soldarse entre sí antes de la soldadura por láser, **caracterizado por que** el hilo suplementario (10) presenta la siguiente composición:

0,05 - 0,15 % en peso de C,
 0,5 - 2,0 % en peso de Si,
 1,0 - 2,5 % en peso de Mn,
 0,5 - 2,0 % en peso de Cr + Mo, y
 1,0 - 4,0 % en peso de Ni,
 Fe residual e impurezas inevitables,

presentando el hilo suplementario (10) un porcentaje de masa de carbono menor en al menos un 0,1 % en peso que el acero templable en prensa de la pieza de trabajo o de las piezas de trabajo (1, 2; 1, 2').

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el acero de la pieza de trabajo o de las piezas de trabajo (1, 2; 1, 2') presenta la siguiente composición:

0,16 - 0,50 % en peso de C,
 como máximo 0,40 % en peso de Si,
 0,50 - 2,00 % en peso de Mn,
 como máximo 0,025 % en peso de P,
 como máximo 0,010 % en peso de S,
 como máximo 0,60 % en peso de Cr,
 como máximo 0,50 % en peso de Mo,
 como máximo 0,050 % en peso de Ti,
 0,0008 - 0,0070 % en peso de B, y
 como mínimo 0,010 % en peso de Al,
 Fe residual e impurezas inevitables.

3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el hilo suplementario (10) en el estado calentado se alimenta al baño de fusión (8).

4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por que** el hilo suplementario (10) se calienta antes de la alimentación al baño de fusión (8) al menos en una sección longitudinal a una temperatura de al menos 50 °C.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** al baño de fusión (8) durante la soldadura por láser se le aplica gas de protección.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por que** como gas de protección se emplea argón puro o una mezcla de argón y dióxido de carbono.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la pieza de trabajo parcialmente decapada o las piezas de trabajo parcialmente decapadas (1, 2; 1, 2') presentan una capa de superficie a base de aluminio o de aluminio-silicio.

FIG. 1

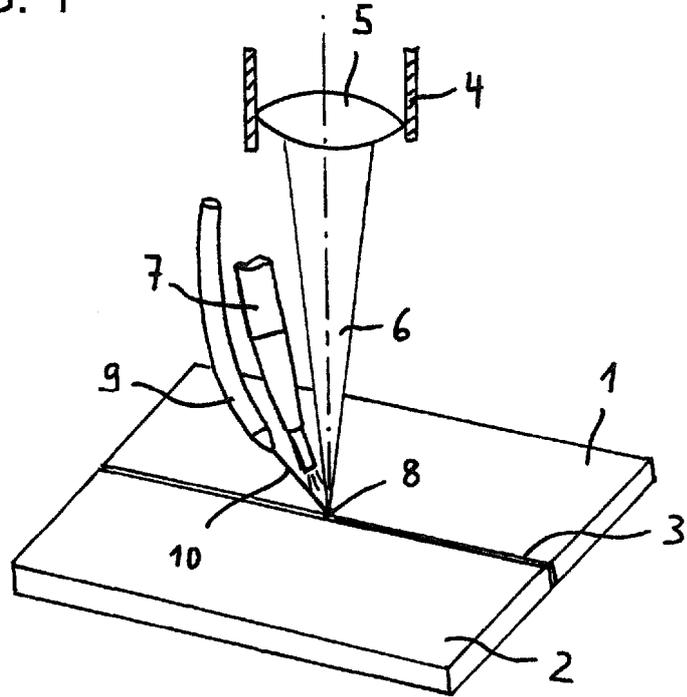


FIG. 2

