

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 458**

51 Int. Cl.:

B23K 26/26 (2014.01)
B23K 101/00 (2006.01)
B23K 101/34 (2006.01)
B23K 103/08 (2006.01)
B23K 37/04 (2006.01)
B23K 101/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.10.2015 PCT/EP2015/073821**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.04.2016 WO16059130**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2015 E 15781079 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3206831**

54 Título: **Soldadura de piezas en bruto de acero**

30 Prioridad:

15.10.2014 EP 14382394

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

08.02.2021

73 Titular/es:

**AUTOTECH ENGINEERING S.L. (100.0%)
Parque Empresarial Boroa P2-A4
48340 Amorebieta-Etxano, Bizkaia, ES**

72 Inventor/es:

RIQUELME, ANTOINE

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 804 458 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Soldadura de piezas en bruto de acero

5 La presente divulgación se refiere a procedimientos para unir dos piezas en bruto de acero de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 (véase, por ejemplo, el documento EP2737971).

ANTECEDENTES

10 La demanda de reducción de peso en, por ejemplo, la industria automotriz ha dado lugar al desarrollo y a la implementación de materiales, procesos de fabricación y herramientas ligeros. La creciente preocupación por la seguridad de los ocupantes también ha dado lugar a la adopción de materiales que mejoran la integridad del vehículo durante un accidente, mientras se mejora también la absorción de energía. En ese sentido, las piezas de vehículos hechas de acero de alta resistencia y ultra alta resistencia (UHSS) a menudo se emplean para satisfacer
15 criterios de construcción liviana.

Los aceros de resistencia ultra alta (UHSS) exhiben una resistencia máxima optimizada por unidad de peso y propiedades de formabilidad ventajosas. Estos aceros se diseñan para lograr una microestructura tras el
20 tratamiento térmico, lo cual confiere buenas propiedades mecánicas y los hace especialmente adecuados para el proceso de estampado en caliente usado para convertir las piezas en bruto de acero en piezas de automóvil particulares. Algunos procesos de estampado en caliente utilizan láminas de acero al boro para crear componentes estampados con propiedades UHSS, con resistencias a la tracción de hasta 1500 MPa. El aumento de la resistencia en comparación con otro material permite usar un material de calibre más delgado, lo que da como resultado un ahorro de peso con respecto los componentes de acero dulce estampados en frío convencionales.

25 Entre los componentes típicos del vehículo que se pueden fabricar con UHSS usando estampado en caliente se incluyen: vigas de puertas, vigas de parachoques, miembros transversales/laterales, refuerzos de pilares A/B y refuerzos de travesaños.

30 En otro intento por minimizar el peso de los componentes a la vez que se respetan los requerimientos estructurales, se pueden usar las denominadas técnicas de "pieza en bruto a medida". En estas técnicas los componentes se pueden fabricar a partir de una pieza en bruto de metal compuesta que se obtiene mediante soldadura "a tope" de diversas piezas en bruto con diferente grosor, tamaño y propiedades. Al menos teóricamente, usando este tipo de técnica se puede optimizar más el uso de material. Se pueden unir piezas en bruto de diferente grosor o se puede
35 unir una pieza en bruto de acero con una pieza en bruto de acero recubierto por ejemplo, usando las propiedades específicas de cada material según sea necesario.

40 De manera similar, se conocen piezas en bruto "por solapamiento", en las que varias piezas en bruto no están necesariamente soldadas "a tope", sino que se pueden usar solapamientos parciales o completos de piezas en bruto.

Debido a que durante el proceso de estampado en caliente las piezas en bruto se someten a atmósferas agresivas, el acero habitualmente está recubierto para evitar corrosión, oxidación, decarburación y formación de óxido. El
45 acero 22MnB5 habitualmente se presenta con un revestimiento de aluminio-silicio. Por ejemplo, Usibor® 1500P, disponible comercialmente de Arcelor, son aceros aleados con boro recubiertos con un revestimiento de aluminio-silicio (AlSi) y son ejemplos de aceros que se usan normalmente en piezas en bruto a medida y por solapamiento.

50 Usibor® 1500P se suministra en fase ferrítica-perlítica. Es una estructura de grano fino distribuida en un patrón homogéneo. Las propiedades mecánicas se relacionan con esta estructura. Después del calentamiento, un proceso de estampación en caliente, y su posterior enfriamiento rápido, se crea una microestructura martensítica. Como resultado, la resistencia máxima y el límite elástico aumentan de forma notable.

La composición de Usibor se resume a continuación en porcentajes de peso (el resto es hierro (Fe) e impurezas):

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ti	B	N
0,24	0,27	1,14	0,015	0,001	0,17	0,036	0,003	0,004

55 Como se mencionó anteriormente, se suministra Usibor 1500 con un revestimiento de aluminio-silicio (AlSi) con el fin de evitar los daños por corrosión y oxidación. Sin embargo, este revestimiento tiene un lado negativo significativo en lo que respecta a su comportamiento en la soldadura. Si las piezas en bruto de Usibor se sueldan sin medida adicional alguna, el aluminio del revestimiento puede incorporarse a la zona de soldadura y esto puede provocar
60 una importante reducción de las propiedades mecánicas del componente resultante y aumentar la posibilidad de fractura por debilidad en la zona de soldadura.

5 Para evitar o al menos minimizar este efecto, se conoce la eliminación de parte (o la totalidad) del revestimiento en un área cercana al espacio de soldadura mediante ablación con láser. Sin embargo, esto representa una etapa adicional en el proceso de fabricación de una pieza en bruto (a medida) y un componente del vehículo. Además, esta etapa adicional requiere un proceso de calidad complejo con un número elevado de piezas que se deben desechar. Esto conlleva un aumento del coste de la etapa de soldadura y limita la competitividad de la tecnología en la industria.

10 En el presente documento, una pieza en bruto puede referirse a un artículo que aún tiene que someterse a una o varias etapas de procesamiento (por ejemplo, deformación, mecanizado, tratamiento de superficie u otro). Estos artículos pueden ser placas sustancialmente planas o presentar formas más complicadas.

El documento DE102007028956 describe un procedimiento y un aparato para soldaduras aproximadamente horizontales con un espacio de soldadura.

15 El documento EP2737971 describe piezas en bruto soldadas a medida que se fabrican conectando piezas en bruto de diferentes materiales o grosores, procedimientos de fabricación de las mismas y componentes estampados en caliente utilizando las mismas.

20 Por lo tanto, existe la necesidad de procedimientos para unir piezas en bruto de acero que tengan al menos una capa de aluminio o de una aleación de aluminio en las que se eviten las desventajas mencionadas o al menos se reduzcan parcialmente.

SUMARIO

25 En un primer aspecto, la divulgación proporciona un procedimiento para unir una primera pieza en bruto de acero y una segunda pieza en bruto de acero, en el que al menos una de la primera y segunda piezas en bruto comprende una capa de aluminio o de una aleación de aluminio. El procedimiento comprende proporcionar un soporte para cada pieza en bruto de acero, estando los soportes hechos de un material magnético y estando dispuestos separados por un espacio central proporcionado entre ellos. Se proporciona un devanado de bobina alrededor de
30 al menos uno de los soportes. El procedimiento comprende además disponer la primera pieza en bruto en un soporte y la segunda pieza en bruto en el otro soporte, de modo que un extremo trasero de la primera pieza en bruto que está encarado hacia la segunda pieza en bruto se pone en contacto con un extremo trasero de la segunda pieza en bruto que está encarado hacia la primera pieza en bruto definiendo un área de contacto que cierra una ruta para el flujo magnético entre los soportes y a través del primer y segundo espacios en la primera pieza en
35 bruto cuando está en uso, y proporciona un sistema láser, en el que el sistema láser comprende uno o más elementos ópticos y una fuente láser para generar un haz láser. Y el procedimiento comprende además aplicar un haz láser sobre el área de contacto usando el sistema láser, mientras se aplica una corriente alterna al devanado de la bobina, de modo que se crea un campo magnético alterno a través del área de contacto en una dirección sustancialmente de una pieza en bruto a otra.

40 De acuerdo con este aspecto, al poner en contacto las piezas en bruto de acero que están dispuestas en soportes hechos de material magnético (y dispuestas separadas), se cierra una ruta potencial para el flujo magnético entre los soportes a través de las piezas en bruto. Al aplicar corriente alterna al devanado de la bobina, se puede provocar un campo magnético alterno en el soporte que atraviesa las piezas en bruto de acero. La fuerza del campo
45 magnético aumenta debido al devanado de la bobina alrededor del soporte magnético. El campo magnético se aplica o se puede aplicar a lo ancho de las piezas en bruto.

50 Cuando el campo magnético alterno se aplica simultáneamente con el haz láser, el campo magnético atraviesa las piezas en bruto (a lo ancho de las piezas en bruto, sin moverse junto con el láser) cuando parte de la pieza en bruto (el área de contacto) está en una fase líquida. Por lo tanto, el campo magnético puede considerarse sustancialmente en línea con las piezas en bruto, cuando las piezas en bruto son sustancialmente planas.

55 En general, el láser puede apuntar sustancialmente perpendicular a las piezas en bruto. El campo magnético alterno puede, por lo tanto, ser sustancialmente perpendicular al láser.

60 La presencia de un campo magnético alternativo en una fase líquida de un material magnético implica la reorganización de las partículas magnéticas presentes en la fase líquida, mientras que las partículas no magnéticas no notan ningún cambio. La fuerza del campo magnético alterno puede ser tal que arrastre las partículas magnéticas. O dicho de otro modo, las partículas magnéticas pueden estar en reordenamiento transversal continuo. Por el contrario, las partículas no magnéticas son sustancialmente indiferentes al campo magnético alterno, por lo que permanecen inmóviles y caen por gravedad. Las partículas de aluminio, que son partículas sustancialmente no magnéticas, se eliminan o al menos se eliminan parcialmente del área de contacto, mejorando así las propiedades mecánicas de la soldadura.

65 No hay por tanto necesidad de eliminar una capa de aluminio o de aleación de aluminio, tal como se propuso en algunos procedimientos de la técnica anterior, cuando se tienen que soldar piezas en bruto de acero recubiertas.

Esto conduce a un proceso de fabricación más rápido y más económico, ya que una etapa intermedia del proceso ya no es necesaria.

5 Las aleaciones de aluminio deben entenderse en el presente documento como aleaciones metálicas en las que el aluminio es el elemento predominante.

En algunos ejemplos, la primera pieza en bruto y/o la segunda pieza en bruto pueden estar hechas de un acero aleado con boro revestido con silicio de aluminio, por ejemplo, piezas en bruto Usibor.

10 Los procedimientos descritos anteriormente en este documento se pueden usar para la formación, por ejemplo, de piezas en bruto a medida mediante unión a tope de dos piezas en bruto. Una de las piezas en bruto o ambas piezas en bruto puede comprender un sustrato de acero con un revestimiento que comprende una capa de aluminio o una aleación de aluminio. En particular, se puede usar un revestimiento de AISi. Entre otros ejemplos se incluyen el uso de piezas en bruto Ductibor.

15 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirán ejemplos no limitantes de la presente divulgación, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

20 la Figura 1 ilustra esquemáticamente una herramienta para unir una primera y una segunda piezas en bruto de acero de acuerdo con un ejemplo;

25 las Figuras 2a - 2b muestran otro ejemplo de herramienta para unir piezas en bruto de acero con una capa de aluminio;

las Figuras 3a - 3b muestran otro ejemplo de herramienta para unir piezas en bruto de acero con una capa de aluminio;

30 las Figuras 4a - 4b muestran otro ejemplo más de herramienta para unir piezas en bruto de acero con una capa de aluminio; y

35 las Figuras 5a - 5b muestran otro ejemplo más de herramienta para unir piezas en bruto de acero con una capa de aluminio.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE EJEMPLOS

40 La Figura 1 ilustra esquemáticamente una parte de una herramienta para llevar a cabo un procedimiento para unir una primera pieza en bruto de acero 10 y una segunda pieza en bruto de acero 11. En este ejemplo, las dos piezas en bruto se deben unir a tope, es decir, utilizando una soldadura a tope. Además en este ejemplo, ambas piezas en bruto pueden estar hechas de acero recubierto con aleaciones de boro, como por ejemplo Usibor® 1500P y pueden tener diferentes grosores. En ejemplos alternativos, se pueden usar otras piezas en bruto de acero. En otras alternativas, ambas piezas en bruto pueden tener el mismo grosor.

45 La herramienta puede comprender una primera tabla 20 para soportar la primera pieza en bruto 10 y una segunda tabla 21 para soportar la segunda pieza en bruto 11. La primera y segunda tablas pueden estar hechas de acero o cualquier otro material magnético o magnetizable. Las tablas 20 y 21 pueden estar dispuestas separadas por un espacio central 30 proporcionado entre ellas. En el ejemplo ilustrado, las dos piezas en bruto están dispuestas sustancialmente en el mismo plano. En otros ejemplos no ilustrados, las piezas en bruto podrían estar dispuestas formando un ángulo entre ellas.

50 Cuando se llevan a cabo los procedimientos descritos anteriormente para unir dos piezas en bruto, una vez que las piezas en bruto están dispuestas en las tablas hechas de un material magnético y una vez que las piezas en bruto se ponen en contacto entre sí, se cierra una posible ruta de flujo magnético entre las tablas y a través de las piezas en bruto. Otra posible ruta de flujo magnético también se puede cerrar entre las tablas y una base inferior 33 de la herramienta que se puede colocar en contacto con un lado inferior (opuesto al lado en el que se apoyan las piezas en bruto) de las tablas 20, 21. En estos casos, la base inferior 33 puede estar hecha de un material magnético o magnetizable.

60 Se puede proporcionar un primer devanado de bobina 40 alrededor de la primera tabla 20 y se puede proporcionar un segundo devanado de bobina 41 alrededor de la segunda tabla 21. En este ejemplo, se debe tener cuidado cuando se aplica corriente alterna a los dos devanados de bobina 40, 41 de manera que los campos magnéticos generados se inviertan. Por lo tanto, se crearán un polo norte y sur en lados opuestos en las dos bobinas. De este modo, efectivamente, se puede formar una ruta de flujo magnético de norte a sur a través de las piezas en bruto y de norte a sur a través del lado inferior de los soportes.

65

Las Figuras 2a a 4b muestran más ejemplos de herramientas para unir piezas en bruto que comprenden una capa de aluminio. En los ejemplos mostrados en estas figuras, se han usado los mismos signos de referencia para designar elementos coincidentes. En estos ejemplos, las piezas en bruto se deben unir a tope y las piezas en bruto pueden tener un grosor diferente al del ejemplo de la Figura 1. En otros ejemplos no ilustrados, las piezas en bruto pueden tener el mismo grosor y/o podrían estar dispuestas formando un ángulo entre las mismas.

El ejemplo de las Figuras 2a-2b difiere del de la Figura 1 en que se puede proporcionar un solo devanado de bobina 41' alrededor, por ejemplo, de la segunda tabla 21'. En otros ejemplos, la bobina simple podría proporcionarse alrededor de cualquiera de la primera o segunda tablas 20', 21' siempre que se aplique una corriente alterna al devanado de bobina para generar un campo magnético alterno. En estos ejemplos, la base inferior 33 también puede proporcionarse en contacto con un lado inferior (opuesto al lado en el que se apoyan las piezas en bruto) de las tablas 20, 21' como se explica en relación con el ejemplo de la Figura 1. La base inferior 33 puede estar hecha de un material magnético o magnetizable. En estos casos, cuando se aplica corriente alterna a la bobina simple 41', se crearán un polo norte y sur en lados opuestos de la bobina 41'. La ruta para el flujo magnético se puede representar con las flechas A1, A2, B1 y B2, dependiendo del flujo de carga eléctrica que periódicamente invierte su dirección y que produce el campo magnético. La ruta para el flujo magnético puede estar cerrado entre las tablas 20; 21' a través de las piezas en bruto 10, 11 (flechas A1 y B1) y a través de la base inferior 33 (flechas A2 y B2).

El ejemplo de las Figuras 3a-3b difiere del de la Figura 1 en que no se proporciona una base inferior entre las tablas 20, 21. En estos ejemplos, de manera similar al ejemplo de la Figura 1, se debe tener cuidado cuando se aplica corriente alterna a los devanados de bobina 40, 41 para que los campos magnéticos generados se inviertan. De esta manera, se creará un polo norte y un polo sur en lados opuestos de los dos devanados de bobina 40, 41. La ruta para el flujo magnético, representada por las flechas C1 y C2, puede depender del flujo de carga eléctrica que periódicamente invierte su dirección y que circula a través de las bobinas que producen el campo magnético. La ruta para el flujo magnético puede así formarse entre las tablas 20; 21 a través de las piezas en bruto 10, 11 solamente (flechas C1 y C2).

El ejemplo de las Figuras 4a y 4b difiere del de las Figuras 3a y 3b en que los devanados de bobina 40, 41 pueden conectarse entre sí mediante, por ejemplo, un cable de conexión 60. De este modo, las bobinas 40, 41 están conectadas en serie de modo que solo se crea un polo norte y un polo sur en los extremos libres de cada devanado de bobina 40, 41, cuando se aplica corriente alterna. En estos ejemplos, los extremos libres 401, 411 pueden proporcionarse encarados hacia las piezas en bruto 10, 11 y el cable de conexión 60 puede conectar el otro extremo de cada bobina. La ruta de flujo magnético, representada por las flechas D1 y D2, también puede depender del flujo de carga eléctrica que periódicamente invierte su dirección y circula a través de las bobinas para producir el campo magnético. La ruta de flujo magnético también puede formarse entre las tablas 20, 21 a través de las piezas en bruto 10, 11 solamente (flechas D1 y D2).

En otros ejemplos alternativos, el primer soporte (por ejemplo, "tabla 20"), el segundo soporte (por ejemplo, "tabla 21") y la base inferior podrían formarse integralmente.

En todos los casos, la herramienta puede comprender además un soldador láser que tiene un cabezal láser del que puede salir un haz láser (mostrado esquemáticamente con la flecha 50). En este ejemplo, el sistema láser puede estar dispuesto de tal manera que el haz láser 50 impacte las piezas en bruto 10, 11 en una dirección sustancialmente perpendicular a la dirección longitudinal de las piezas en bruto. En ejemplos alternativos, el haz láser puede impactar las piezas en bruto en una dirección inclinada.

Opcionalmente, se puede proporcionar una placa colectora 31 en el espacio central 30 para recoger partículas de aluminio que pueden caer por gravedad sustancialmente como se ha descrito anteriormente en el presente documento una vez que se aplica el campo magnético alterno. En algunos de estos casos, la placa colectora puede estar hecha de acero. En algunos casos, puede estar dispuesta encima de la base inferior 33.

En algunos ejemplos, la herramienta puede comprender además una abrazadera (no mostrada) asociada con cada lado superior (en el que se van a apoyar las piezas en bruto) de cada tabla 20, 21, 21' y dispuesta de tal manera que cada abrazadera presiona una pieza en bruto 10, 11 hacia la tabla 20, 21, 21' sobre la que se apoya.

Para unir las piezas en bruto, el haz láser calienta las partes de borde de las piezas en bruto y funde las partes de borde. La corriente alterna se aplica a ambas bobinas para crear campos magnéticos alternos a través de las bobinas. Las bobinas y las corrientes son tales que el campo magnético creado en una bobina está en una dirección opuesta al campo magnético creado en la otra bobina.

El campo magnético a través de la primera bobina (en el primer soporte), la segunda bobina (en el segundo soporte), las piezas en bruto y la base pueden de este modo formar un círculo cerrado, en el que la dirección del flujo magnético cambia constantemente. Las partículas en las partes de borde fundido que son "magnéticas" notan el campo magnético en constante cambio y se reorganizan continuamente de acuerdo con él. Sin embargo, las

partículas de aluminio no se ven afectadas por el campo magnético, es decir, permanecen aun así cayendo de la zona de soldadura. Pueden recogerse en la placa colectora 31.

5 En algunos ejemplos, la frecuencia de la corriente alterna puede ser, por ejemplo, 50 o 60 Hz. Esto significa que es bastante simple de implementar, ya que 50 o 60 Hz son frecuencias normales de la red eléctrica, dependiendo de la geografía.

10 Las Figuras 5a y 5b muestran otro ejemplo más de herramientas y procedimientos para unir piezas en bruto que comprenden una capa de aluminio. En el ejemplo que se muestra en estas figuras, se han utilizado los mismos signos de referencia para designar elementos coincidentes.

En este ejemplo, las piezas en bruto deben estar unidas a tope y pueden tener el mismo grosor o uno diferente. En otras alternativas, las piezas en bruto podrían disponerse formando un ángulo entre ellas.

15 En este ejemplo, dos imanes E1, E2 pueden estar dispuestos debajo de cada una de las piezas en bruto 10, 11. De forma alternativa, un imán, o una pluralidad de imanes pueden estar dispuestos debajo de cada una de las piezas en bruto. Estos imanes pueden ser electroimanes.

20 En el ejemplo mostrado, los bordes de las piezas en bruto 10, 11 que se unirán mediante soldadura se tocan entre sí definiendo una línea de soldadura. En otros ejemplos, puede haber un espacio entre los bordes de las piezas en bruto. Tal espacio puede llenarse con un material de relleno adecuado para definir la línea de soldadura.

25 Los imanes pueden estar dispuestos de tal manera que las líneas de campo magnético del campo magnético en el área de la línea de soldadura estén dispuestas sustancialmente perpendiculares a la línea de soldadura. En el caso de electroimanes, se pueden conectar a una fuente de CC o CA y se pueden disponer con sus polaridades invertidas para generar campos magnéticos (flechas F1, F2) que se invierten cuando están en uso (dependiendo del flujo de carga revirtiendo periódicamente su dirección), creando así un flujo magnético de dirección en constante cambio a través de las piezas en bruto 10, 11, es decir, de las flechas F1 a las flechas F2 y viceversa.

30 En la zona de soldadura, se pueden crear corrientes parásitas tras la aplicación del láser y como resultado de un campo magnético cambiante. La fuerza del campo magnético alterno F1, F2 puede ser tal que las fuerzas de Lorentz sobre elementos o partículas magnéticas sean suficientes para empujar las partículas magnéticas hacia arriba cuando atraviesan una fase líquida de las piezas en bruto 10, 11 (por ejemplo, creada mediante la aplicación simultánea de calor de láser). Las partículas de aluminio que son sustancialmente amagnéticas no se ven afectadas por estas fuerzas de Lorentz. Al hacer esto, las partículas de aluminio pueden de este modo caer mientras las partículas magnéticas se sueldan juntas. Esto significa que dos piezas en bruto que comprenden una capa de aluminio pueden soldarse entre sí sin una etapa adicional de retirar el aluminio.

40 Para hacer esto, la fuerza del campo magnético debe elegirse cuidadosamente: lo suficientemente intensa como para afectar a los elementos/partículas magnéticas, pero lo suficientemente débil como para no afectar a las partículas/elementos de aluminio. La intensidad del campo magnético se puede controlar controlando la corriente, la frecuencia del campo magnético alterno y, por ejemplo, la distancia a la zona de soldadura y el grosor de las piezas en bruto.

45 En los ejemplos de las Figuras 2a-4b, la intensidad del campo magnético puede depender además del número de devanados de cada bobina.

50 En algunos ejemplos, la herramienta puede comprender además una placa protectora 32 que cierra parcialmente el espacio central, al menos en los lados encarados hacia las tablas con o sin devanados de bobina, para proteger los devanados de bobina del campo magnético (electroimán). La placa protectora 32 puede comprender una forma sustancialmente en C, con la abertura de la C encarada hacia las piezas en bruto 10, 11. En algunos casos, la placa de protección puede estar hecha de acero.

55 En algunos ejemplos, el sistema láser puede comprender un láser con una potencia de entre 3 kW y 16 kW, opcionalmente entre 4 y 10 kW. La potencia del láser debería ser suficiente para fundir el área de contacto de las piezas en bruto. Preferentemente, el área de contacto se funde a lo largo de todo el grosor de las piezas en bruto, de modo que el aluminio también se puede eliminar de todo el grosor.

60 Los inventores han descubierto que 3 kW - 5 kW pueden ser suficientes para fundir piezas en bruto típicas (rango de grosores típicos de 0,7 - 4 mm). Aumentar la potencia del soldador hacia la parte superior del rango puede permitir aumentar la velocidad de soldadura.

La presencia de un campo magnético alterno puede aumentar la temperatura generada por el láser en las piezas en bruto. Este aumento de temperatura puede servir para reducir la humedad y, por lo tanto, mejorar la soldadura.

65

Opcionalmente, se puede usar un láser de Nd-YAG (*granate de itrio y aluminio dopado con neodimio*). Estos láseres están disponibles comercialmente y constituyen una tecnología probada. Este tipo de láser también puede tener potencia suficiente para fundir la zona de las piezas en bruto y permite variar el ancho del punto focal del láser y, por lo tanto, de la zona de soldadura. La reducción del tamaño del "punto" aumenta la densidad de energía, mientras que el aumento del tamaño del punto permite acelerar el proceso de soldadura. El punto de soldadura puede controlarse de manera muy efectiva y con este tipo de láser pueden realizarse varios tipos de soldadura, incluida la soldadura de doble punto y la soldadura de punto sin efecto. En algunos ejemplos, puede usarse un gas de protección tal como helio o un gas a base de helio. El caudal del gas de protección puede variar, por ejemplo, de 1 litro/min a 15 litros/min.

En ejemplos alternativos, un se puede usar un láser de CO₂ con potencia suficiente.

En algunos ejemplos, la soldadura puede comprender soldadura de doble punto. En la soldadura de doble punto, la fusión y la soldadura tienen lugar simultáneamente en dos puntos focales. Los dos puntos pueden estar alineados paralelos (puntos paralelos de doble haz) o perpendiculares (puntos perpendiculares de doble haz) a la dirección de la soldadura. Los dobles puntos perpendiculares traen una cubeta de fusión más amplia y, al menos en teoría, podrían producir una soldadura por convección en lugar de un ojo de cerradura debido a un área calentada más amplia. Los dobles puntos paralelos (uno detrás del otro) transmiten un gradiente térmico más bajo durante la soldadura.

Un aspecto de la soldadura paralela de doble punto es que el gradiente térmico al que está sujeto el material es menor. Un aspecto de la soldadura perpendicular de doble punto es que la zona de soldadura está ampliada. Los inventores han probado ambas disposiciones y han descubierto que ambas pueden funcionar de manera satisfactoria.

En algunos ejemplos alternativos, la soldadura puede comprender soldadura de punto sin efecto. En la soldadura de punto sin efecto, el punto de soldadura puede variar dinámicamente mediante la oscilación de un espejo que refleja el láser.

En los ejemplos que emplean soldadura de doble punto, la potencia del láser puede dividirse de manera equitativa o desigual entre los dos puntos de soldadura.

Se puede ver que mediante el uso de la herramienta descrita anteriormente en el presente documento para unir dos piezas en bruto de acero en las que al menos una pieza en bruto comprende una capa de aluminio o una aleación de aluminio, no es necesario retirar la capa de aluminio antes de la soldadura, lo cual simplifica y acelera la fabricación. Esto puede provocar una reducción sustancial de costes.

Un tratamiento estándar para las piezas en bruto Usibor sería calentar la pieza en bruto obtenida en, por ejemplo, un horno para lograr (entre otros) austenización del acero de base. A continuación, la pieza en bruto puede estamparse en caliente para formar, por ejemplo, una viga de parachoques o un pilar. Durante el enfriamiento rápido después de una deformación en caliente, se puede obtener una microestructura de martensita que proporciona características mecánicas satisfactorias. Por lo tanto, el tratamiento estándar no se ve afectado de ninguna manera por los procedimientos para unir piezas en bruto de acero propuestos en el presente documento.

En todos los ejemplos ilustrados en el presente documento hasta ahora, las piezas en bruto en forma de placas planas se unen entre sí. Las piezas en bruto soldadas a medida así formadas pueden sufrir la misma deformación y tratamiento térmico descritos anteriormente. Debe quedar claro que los ejemplos de los procedimientos y herramientas aquí descritos también pueden aplicarse a piezas en bruto de diferentes formas.

En otros ejemplos, la soldadura se puede realizar mientras se suministra un polvo metálico al área de contacto. El polvo metálico puede así mezclarse con las piezas en bruto en una fase líquida. En algunos de estos casos, el polvo metálico puede comprender un polvo a base de hierro que comprende elementos gammagénicos. Este polvo metálico puede usarse para cubrir imperfecciones en las superficies en piezas en bruto. En algunos casos, el polvo metálico puede pasar a través de un tubo para garantizar un proceso de fabricación limpio.

El polvo metálico también puede servir para reducir la necesidad de presionar las piezas en bruto. Cuando existe un espacio entre piezas en bruto, algunas herramientas (por ejemplo, hidráulicas) en general se pueden usar para presionar las piezas en bruto. Sin embargo, tales herramientas pueden ser costosas de mantener. Si un espacio entre las piezas en bruto fuera demasiado grande (por ejemplo, mayor de 0,15 mm), no se podría utilizar la soldadura láser.

Al proporcionar el polvo metálico y gracias al campo electromagnético variable, se puede formar un puente entre las dos piezas en bruto. Este puente de potencia metálica puede mantenerse entre las piezas en bruto sin caerse debido a la variación del campo magnético. Por lo tanto, esto puede reducir la necesidad de presionar las piezas en bruto entre sí o puede permitir que se use soldadura láser en casos en que antes era imposible.

En tales casos, se puede disponer un sistema de sensor para medir una distancia entre las piezas en bruto. El polvo metálico podría suministrarse selectivamente en función del espacio entre piezas en bruto.

5 Además en estos ejemplos, particularmente cuando se usa un polvo a base de hierro que comprende elementos gammagénicos, puede introducirse en la zona de soldadura y mezclarse con el aluminio fundido si queda algo de aluminio. Esto puede mejorar las propiedades mecánicas después de los procesos de deformación en caliente, como el estampado en caliente, incluso si queda un poco de aluminio. La mezcla de polvo a base de hierro que comprende elementos gammagénicos con relativamente poco aluminio conduce a la obtención de austenita (hierro en fase gamma, γ -Fe) durante el calentamiento. Y, durante el enfriamiento rápido después de una deformación en
10 caliente, se puede obtener así una microestructura de martensita que proporciona características mecánicas satisfactorias.

15 Los elementos gammagénicos deben entenderse aquí como elementos químicos que promueven la fase gamma, es decir, la fase de austenita. Los elementos gammagénicos pueden seleccionarse de un grupo que comprende níquel (Ni), carbono (C), cobalto (Co), manganeso (Mn) y nitrógeno (N). También se pueden tener en cuenta otros factores para la composición del polvo metálico, como por ejemplo, promover la dureza (el molibdeno (Mo) sería un elemento adecuado) y/o la resistencia a la corrosión (en cuyo caso, silicio (Si) y cromo (Cr) serían componentes adecuados).

20 La cantidad de elementos gammagénicos en el polvo puede ser suficiente para compensar la presencia de elementos alfaagénicos como Cr, Mo, Si, Al y Ti (titanio). Los elementos alfaagénicos promueven la formación de hierro alfa (ferrita). Esto puede conducir a propiedades mecánicas reducidas ya que la microestructura resultante después del estampado en caliente y el enfriamiento rápido puede comprender martensita-bainita en matriz y delta-ferrita.

25 En algunos ejemplos, se puede usar un tamaño de grano del polvo entre 20 micras y 180 micras, y opcionalmente entre 20 y 125 micras. Opcionalmente, un tamaño de grano promedio del polvo puede estar entre 45 y 90 micras, o entre 50 y 80 micras. Los inventores han descubierto que estos tamaños de grano pueden conducir a una mejor penetración y mezcla del polvo en la zona de soldadura. Una mezcla suficiente en toda la zona de soldadura mejora
30 las propiedades mecánicas del producto final.

35 En algunos ejemplos, el polvo a base de hierro puede tener una composición en porcentajes en peso de 0 % - 0,03 % de carbono, 2,0 - 3,0 % de molibdeno, 10 % - 14 % de níquel, 1,0 - 2,0 % de manganeso, 16 - 18 % de cromo, 0,0 - 1,0 % de silicio, y el resto hierro e impurezas. Los inventores han descubierto que un polvo de esta mezcla ocasiona propiedades mecánicas muy satisfactorias y resistencia a la corrosión del producto de trabajo final, es decir, después del estampado en caliente y el enfriamiento rápido.

40 Después de las pruebas iniciales de prueba de concepto de fusión de las piezas en bruto y la aplicación de un campo magnético alterno, los inventores realizaron pruebas exhaustivas para averiguar dónde se rompen las muestras hechas con Usibor 1500. Después de soldar, las piezas en bruto resultantes se sometieron a un "tratamiento normal", que incluyó deformación en caliente y enfriamiento rápido. Después de esto, se cortó una muestra de prueba para una prueba de resistencia a la tracción estándar del producto resultante. Los resultados muestran que la rotura de la muestra ocurre fuera de la soldadura porque la resistencia a la tracción máxima (UTS) en MPa en la zona de soldadura fue incluso mayor que la de las piezas en bruto de Usibor originales utilizadas.
45 Esto puede considerarse como un rendimiento particularmente bueno, ya que significa que el área de soldadura es más fuerte que el material base.

50 Aunque solo se han descrito una serie de ejemplos en el presente documento, también son posibles otras alternativas, modificaciones, usos y/o equivalentes de los mismos. Además, también están cubiertas todas las posibles combinaciones de los ejemplos descritos. De este modo, el alcance de la presente divulgación no se debería limitar a ejemplos particulares, sino que se debería determinar solo mediante las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para unir una primera pieza en bruto de acero y una segunda pieza en bruto de acero, en el que al menos una de la primera y segunda piezas en bruto comprende una capa de aluminio o de una aleación de aluminio, estando el procedimiento **caracterizado por**
- 10 - proporcionar un soporte para cada pieza en bruto de acero, estando los soportes hechos de un material magnético y dispuestos separados por un espacio central proporcionado entre ellos,
- 15 - proporcionar un devanado de bobina alrededor de uno o más soportes,
- disponer la primera pieza en bruto en un soporte y la segunda pieza en bruto en el otro soporte, de modo que un extremo trasero de la primera pieza en bruto que está encarado hacia la segunda pieza en bruto se pone en contacto con un extremo trasero de la segunda pieza en bruto que está encarado hacia a la primera pieza en bruto definiendo un área de contacto que cierra una ruta para el flujo magnético entre los soportes y a través de la primera y segunda piezas en bruto cuando está en uso,
- 20 - proporcionar un sistema láser, en el que el sistema láser comprende uno o más elementos ópticos y una fuente láser para generar un haz láser;
- aplicar un haz láser en el área de contacto utilizando el sistema láser, al mismo tiempo que
- 25 - aplicar una corriente alterna al devanado de bobina de manera que se crea un campo magnético alterno a través del área de contacto en una dirección sustancialmente de una pieza en bruto a otra.
- 30 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la primera pieza en bruto y/o la segunda pieza en bruto están hechas de un acero aleado con boro recubierto con silicio de aluminio.
- 35 3. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 2, en el que cada soporte está rodeado al menos parcialmente por un devanado de bobina y la corriente alterna aplicada a cada devanado de bobina es tal que los campos magnéticos alternos generados están invertidos.
- 40 4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que una base inferior hecha de un material magnético o magnetizable se proporciona en contacto con un lado inferior de los soportes, siendo el lado inferior de cada soporte opuesto a un lado del soporte sobre el que se colocarán la primera y segunda piezas en bruto.
- 45 5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en el que se proporciona una placa colectora en el espacio central para recoger partículas de aluminio.
- 50 6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, en el que una frecuencia de la corriente alterna es de 50 o 60 Hz.
- 55 7. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, en el que el sistema láser está dispuesto de tal manera que el haz láser impacta de forma sustancialmente perpendicular a las piezas en bruto.
- 60 8. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 7, en el que el sistema láser comprende un láser con una potencia de entre 3 kW y 16 kW, opcionalmente entre 4 y 10 kW.
9. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que la soldadura comprende soldadura con un láser Nd-YAG.
10. Un procedimiento para formar un producto, que comprende
- formar una pieza en bruto que incluye un procedimiento para unir una primera y una segunda piezas en bruto de acero de acuerdo con cualquiera de los procedimientos de las reivindicaciones 1 a 9,
- calentar la pieza en bruto, y
- deformar en caliente y realizar un posterior enfriamiento rápido de la pieza en bruto calentada.

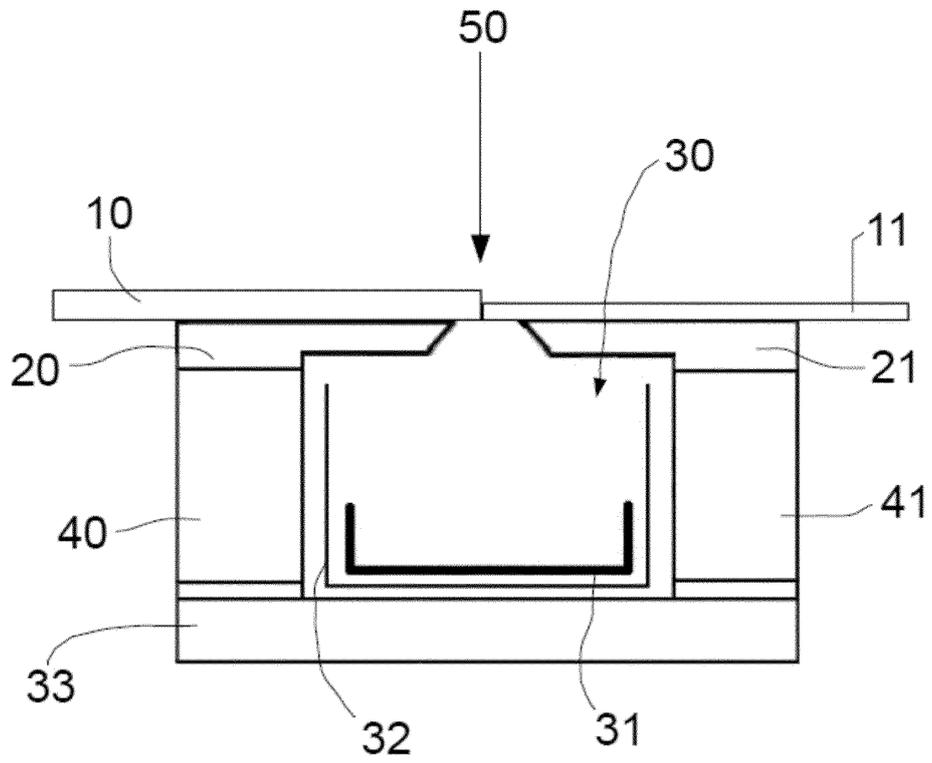


FIG. 1

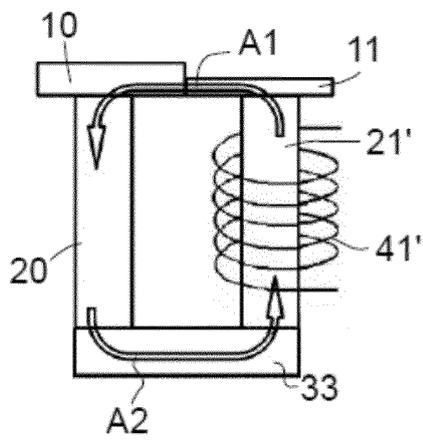


FIG. 2a

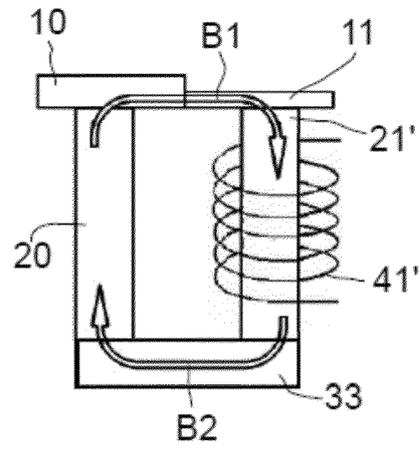


FIG. 2b

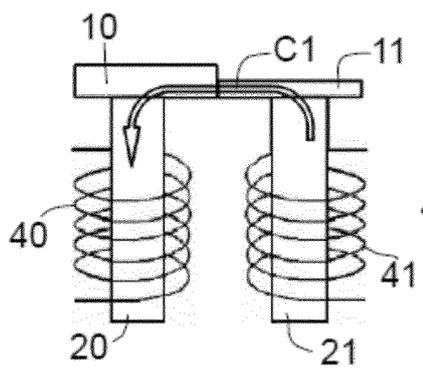


FIG. 3a

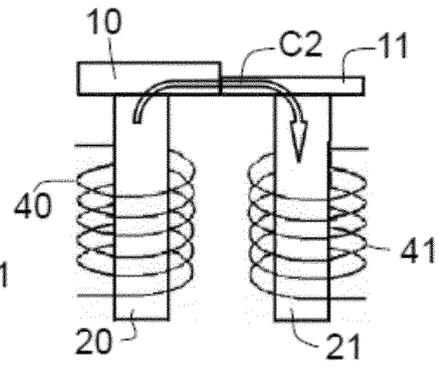


FIG. 3b

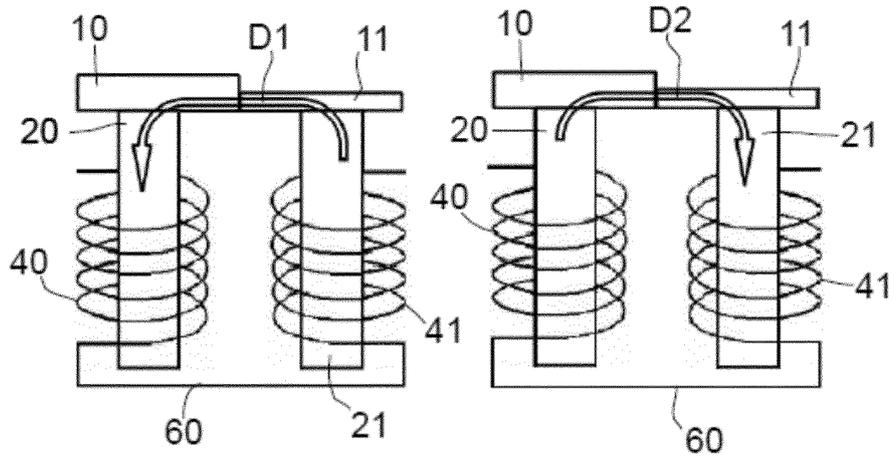


FIG. 4a

FIG. 4b

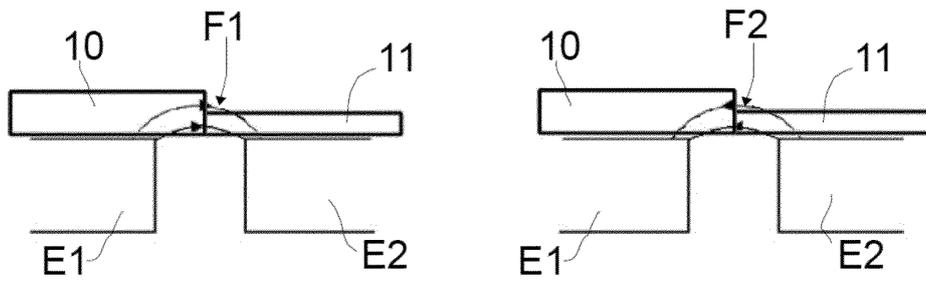


FIG. 5a

FIG. 5b