

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 939**

51 Int. Cl.:

B23K 35/28	(2006.01) C22C 38/44	(2006.01)
B23K 26/06	(2014.01) C22C 38/48	(2006.01)
B23K 26/067	(2006.01) B23K 101/18	(2006.01)
B23K 26/211	(2014.01) B23K 101/34	(2006.01)
B23K 26/26	(2014.01) B23K 103/04	(2006.01)
B23K 35/02	(2006.01) B23K 103/10	(2006.01)
B23K 26/00	(2014.01) B23K 103/08	(2006.01)
C21D 6/00	(2006.01)	
C22C 38/02	(2006.01)	
C22C 38/04	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2016** **PCT/EP2016/081493**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017** **WO17103149**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2016** **E 16819869 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019** **EP 3347158**

54 Título: **Procedimientos para unir dos piezas en bruto y piezas en bruto y productos obtenidos**

30 Prioridad:

18.12.2015 EP 15382641

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

13.11.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

VILA I FERRER, ELISENDA;
RUBIO, PEDRO;
ILLANA GREGORI, MIREIA y
RIQUELME, ANTOINE

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 730 939 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

Procedimientos para unir dos piezas en bruto y piezas en bruto y productos obtenidos

- 5 La presente divulgación se refiere a los procedimientos para unir dos piezas en bruto y a los procedimientos para obtener productos después de unir dos piezas en bruto. La presente divulgación se refiere además a los productos obtenidos mediante u obtenibles mediante cualquiera de estos procedimientos.

ANTECEDENTES

- 10 El desarrollo de nuevos materiales y procedimientos para la producción de piezas metálicas con el propósito de reducir el peso de los componentes a un bajo coste es de suma importancia en la industria automotriz. Para lograr estos objetos, la industria ha desarrollado aceros de ultra alta resistencia (UHSS) que presentan una resistencia máxima optimizada por unidad de peso y propiedades de conformabilidad ventajosas. Estos aceros están diseñados para
15 conseguir una microestructura después del tratamiento térmico, que confiere buenas propiedades mecánicas y los hace especialmente adecuados para el procedimiento de estampación en caliente usado para formar piezas en bruto de acero en piezas de automóviles particulares. Puesto que durante el procedimiento de estampación en caliente la pieza en bruto se somete a atmósferas corrosivas, el acero se recubre normalmente para evitar la corrosión y la oxidación.

- 20 En un intento de minimizar el peso de los componentes mientras que se respetan los requisitos estructurales, se pueden usar las llamadas técnicas de "pieza en bruto con espesores variables" (*tailored blank*). En estas técnicas, los componentes pueden estar hechos de una pieza en bruto metálica compuesta que se obtiene soldando varias piezas en bruto opcionalmente con diferentes espesores, diferentes materiales, dimensión y propiedades. Al menos en teoría,
25 usando esta clase de técnica se puede optimizar el uso de material. Se pueden unir piezas en bruto de diferentes espesores o se puede unir una pieza en bruto de acero con una pieza en bruto de un material diferente, por ejemplo, usando las propiedades específicas de cada material donde se necesiten.

- 30 Estas piezas en bruto pueden estar soldadas "borde con borde" ("unión a tope"). Estas llamadas piezas en bruto con espesores variables están diseñadas para estamparse en caliente y luego ensamblarse para formar piezas automotrices. Se pueden usar piezas en bruto soldadas con espesores variables para componentes estructurales, tales como puertas, pilares B, vigas, pisos, parachoques, etc.

- 35 De forma similar, son conocidas las "piezas en bruto de parcheo" (*patchwork blanks*), en las que varias piezas en bruto no están necesariamente soldadas "borde con borde", sino que, en cambio, se pueden usar solapamientos parciales o completos de piezas en bruto.

- 40 Un ejemplo de acero usado en la industria automotriz es el acero 22MnB5. La composición de 22MnB5 se resume a continuación en porcentajes en peso (el resto es hierro (Fe) e impurezas):

C	Si	Mn	P	S
0,20-0,25	0,15-0,35	1,10-1,35	<0,025	<0,008
Cr	Ti	B	N	
0,15-0,30	0,02-0,05	0,002-0,004	<0,009	

- 45 Varios aceros 22MnB5 que tienen una composición química similar están disponibles comercialmente. Sin embargo, la cantidad exacta de cada uno de los componentes de un acero 22MnB5 puede variar ligeramente de un fabricante a otro. Usibor® 1500P es un ejemplo de un acero 22MnB5 disponible comercialmente fabricado por Arcelor. La composición de Usibor® se resume a continuación en porcentajes en 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

- 50 En otros ejemplos, el 22MnB5 puede contener aproximadamente un 0,23 % de C, un 0,22 % de Si y un 0,16 % de Cr. El material puede comprender además Mn, Al, Ti, B, N, Ni en diferentes proporciones.

- 55 También se pueden usar otras composiciones de acero diversas de UHSS en la industria automotriz. En particular, las composiciones de acero descritas en el documento EP 2 735 620 A1 se pueden considerar adecuadas. Se puede hacer referencia específica a la tabla 1 y a los párrafos 0016 - 0021 del documento EP 2 735 620, y a las consideraciones de los párrafos 0067 - 0079. En algunos ejemplos, el UHSS puede contener aproximadamente un 0,22 % de C, un 1,2 % de Si y un 2,2 % de Mn.

El acero de cualquiera de estas composiciones (tanto acero 22MnB5, tal como, por ejemplo, Usibor®, como las demás

composiciones mencionadas o a las que se hace referencia anteriormente) se puede suministrar con un recubrimiento para prevenir daños por corrosión y oxidación. Este recubrimiento puede ser, por ejemplo, un recubrimiento de aluminio-silicio (AlSi) o un recubrimiento que comprenda principalmente cinc o una aleación de cinc.

- 5 También se pueden usar o ser útiles las piezas en bruto de parcheo o las piezas en bruto con espesores variables en otras industrias.

10 Usibor® 1500P se suministra en un estado ferrítico-perlítico. Las propiedades mecánicas se relacionan con esta estructura. Después del calentamiento, estampación en caliente y posterior enfriamiento rápido (temple), se obtiene una microestructura martensítica. Como resultado, la resistencia máxima y el límite elástico se incrementan de forma notable.

15 Como se menciona anteriormente, Usibor® 1500P se puede suministrar con un recubrimiento de aluminio-silicio (AlSi) para prevenir daños por corrosión y oxidación. Sin embargo, este recubrimiento tiene un efecto significativo relacionado con su comportamiento de soldadura. Si las piezas en bruto de Usibor® 1500P se sueldan sin ninguna otra medida, el aluminio del recubrimiento puede penetrar en el área de soldadura y esto puede provocar una importante reducción de las propiedades mecánicas del componente resultante e incrementar la posibilidad de fractura en la zona de soldadura.

20 Para superar este problema, se propuso un procedimiento en el documento DE202007018832 U1 que consiste en eliminar (por ejemplo, mediante ablación láser) una parte del recubrimiento en un área cerca del espacio de soldadura. Este procedimiento tiene la desventaja de que se necesita una etapa adicional para la producción de las piezas en bruto (con espesores variables) y de los componentes y de que, a pesar de la repetitiva naturaleza del procedimiento, esta etapa adicional requiere un complejo procedimiento de calidad con un número elevado de piezas que se han de desechar. Esto supone un incremento del coste de la etapa de soldadura y limita la competitividad de la tecnología en la industria.

30 El documento US20080011720 propone un procedimiento para soldar por láser al menos una pieza de trabajo metálica mediante un rayo láser, teniendo dicha pieza de trabajo una superficie que contiene aluminio, caracterizado por que el rayo láser se combina con al menos un arco eléctrico para fundir el metal y soldar dicha(s) pieza(s) de trabajo. El láser frente al arco permite el uso de un alambre de núcleo fundente o similar que contiene elementos que inducen la fase gamma (Mn, Ni, Cu, etc.) favorable para mantener una estructura austenítica por toda la zona fundida.

35 El documento US2015306702 divulga un procedimiento para soldar por láser una o más piezas de trabajo hechas de acero recubierto de aluminio en una unión a tope con un alambre de aportación.

40 Sin embargo, se han descubierto problemas relacionados con la única dilución parcial de los materiales de aportación a lo largo de la profundidad de la zona de soldadura, lo que da como resultado a una resistencia de soldadura reducida. Además, el material de aportación puede que no se distribuya homogéneamente en la zona de soldadura. Esto puede provocar la acumulación de material ("bultos") en determinadas áreas, lo que, por tanto, afecta localmente al comportamiento de la zona de soldadura. Es decir, las propiedades mecánicas de la zona de soldadura pueden variar. Otro problema puede ser que se pueda necesitar que el material de aportación se precaliente antes de aplicarse debido a que puede que el arco eléctrico no se pueda fundir de otro modo.

45 En el presente documento, una pieza en bruto se puede considerar como un artículo que aún se tiene que someter a una o más etapas de procesamiento (por ejemplo, deformación, mecanizado, tratamiento superficial u otros). Estos artículos pueden ser planchas sustancialmente planas o tener formas más complicadas.

50 En los ejemplos de los procedimientos de soldadura descritos en el presente documento, las desventajas mencionadas anteriormente se evitan o al menos se reducen parcialmente.

SUMARIO

55 En un primer aspecto, la invención proporciona un procedimiento para unir una primera pieza en bruto y una segunda pieza en bruto, comprendiendo al menos una de las primera y segunda piezas en bruto al menos una capa de aluminio, de una aleación de aluminio, de cinc o de una aleación de cinc. El procedimiento comprende seleccionar una primera parte de la primera pieza en bruto que se ha de unir a la segunda pieza en bruto, y seleccionar una segunda parte de la segunda pieza en bruto que se ha de unir a la primera parte, fundir la primera parte a la segunda parte, mientras que se suministra un alambre de aportación a una zona de soldadura usando un primer y un segundo rayos láser. El primer rayo láser funde el alambre de aportación en la zona de soldadura durante la soldadura, y la primera parte y la segunda parte de las piezas en bruto se funden y mezclan con el alambre de aportación fundido usando el segundo rayo láser.

65 Usando dos rayos láser, cada uno para un propósito diferente, es posible ajustar las características de los rayos a su uso pretendido. Dichas características pueden ser la potencia del rayo láser o la dimensión de los puntos. Por ejemplo, el alambre de aportación puede requerir una potencia diferente para fundirse que las partes de las piezas en bruto.

Otro ejemplo puede ser la anchura de la zona de soldadura en comparación con la dimensión del alambre de aportación; cada una puede requerir una dimensión del punto diferente.

Sin quedar vinculado a ninguna teoría, se cree que con los dos rayos láser es posible generar o mejorar un efecto Marangoni en la zona de soldadura (en el recipiente fundido).

El efecto Marangoni (también llamado efecto Gibbs-Marangoni) es la transferencia de masa a lo largo de una interfase entre dos fluidos debido al gradiente de tensión superficial. En el presente caso, el efecto Marangoni es un flujo de fluido creado en el "baño de soldadura" debido a una distribución de temperaturas en el baño de soldadura. La tensión superficial es dependiente de la temperatura y, por lo tanto, estas diferencias en la temperatura crean un gradiente de tensión superficial en la superficie del baño de soldadura. Es decir, la parte fundida del sustrato y la parte fundida del material de aportación que están más cerca de la superficie —y, por lo tanto, están más calientes—, se embutirán desde la región de tensión superficial más baja (temperatura más alta) a la región de tensión superficial más alta (temperatura más baja). Como resultado, se crea un flujo de fluido (siendo el fluido la parte fundida del sustrato y la parte fundida del material —refuerzo— de aportación) de tal manera que se incrementa la distribución de alturas y la penetración del material de aportación en la zona de soldadura. El flujo de fluido se puede parecer a un movimiento descendente en espiral desde las capas más calientes superiores de la zona de soldadura hacia sus capas más frías y más bajas.

En algunos ejemplos, el uso del segundo rayo láser puede comprender desplazar el segundo rayo láser de una manera oscilante para mezclar la primera parte y la segunda parte de las piezas en bruto con el alambre de aportación fundido. El movimiento oscilante del rayo láser puede provocar que los materiales en el baño de soldadura se mezclen más homogéneamente como resultado (o en parte como resultado) del efecto Marangoni. Dicho movimiento oscilante puede comprender diferentes desplazamientos del rayo, tales como un movimiento en espiral o circular alrededor de un punto central, un movimiento balanceante o un movimiento en vaivén (zigzag) a lo largo del sentido de soldadura, o una combinación de los mismos.

En algunos ejemplos, usar el segundo rayo láser puede comprender generar un punto doble para fundir la primera parte y la segunda parte y para mezclar la primera parte y la segunda parte de las piezas en bruto con el alambre de aportación fundido. Se pueden generar dos subrayos con ópticas láser de punto doble, generando cada subrayo uno de los dos puntos del punto doble. El uso de un punto doble también puede mezclar los materiales en el baño de soldadura más homogéneamente, de nuevo (parcialmente) como resultado del efecto Marangoni.

En algunos ejemplos, el primer rayo láser usado para fundir el alambre de aportación puede tener un punto que tenga una dimensión correspondiente (por ejemplo, igual o mayor) al diámetro del alambre de aportación. Por lo tanto, puede concentrar con exactitud y precisión toda su energía con el propósito de fundir el alambre de aportación. El segundo rayo láser usado para fundir la primera parte a la segunda parte y para mezclar el alambre de aportación fundido puede generar un punto o un punto doble que tenga un tamaño correspondiente al tamaño de la zona de soldadura. Más específicamente, en el caso de un solo punto, una dimensión (por ejemplo, anchura) de la zona de soldadura puede ser igual o mayor que la dimensión del punto. En el caso de un punto doble, una dimensión (por ejemplo, anchura) de la zona de soldadura puede ser igual o mayor con respecto a la dimensión agregada de los dos puntos del punto doble. La dimensión de la zona de soldadura puede tener una dimensión de la soldadura deseada. Puede corresponder a tolerancias conocidas de las piezas en bruto, de modo que cualquier espacio entre las piezas en bruto se llene apropiadamente durante la soldadura.

En algunos ejemplos, los dos rayos láser pueden estar generados mediante una sola cabeza láser. Esto puede facilitar la alineación y mejorar la velocidad de la soldadura.

En algunos ejemplos adicionales, el primer rayo láser puede estar generado mediante una primera cabeza láser y el segundo rayo láser puede estar generado mediante una segunda cabeza láser. Esto puede permitir un control individual más fácil de las características del rayo (por ejemplo, forma, potencia) de los dos rayos.

En algunos ejemplos, los dos rayos láser pueden generar puntos dispuestos sustancialmente en línea con un sentido de soldadura. El punto o puntos generados mediante el segundo rayo láser pueden preceder o seguir al punto del primer rayo láser. Por lo tanto, el primer rayo láser puede generar un punto y el segundo rayo láser puede generar uno o más puntos, y los puntos del primer y el segundo rayo láser pueden estar dispuestos sustancialmente en línea con un sentido de soldadura.

En algunos ejemplos, cuando se usa el segundo rayo láser para generar un punto doble, el punto del primer rayo láser puede estar dispuesto antes, después o entre los puntos del punto doble generado a partir del segundo rayo láser. Además, los dos puntos del punto doble pueden estar dispuestos perpendicularmente con respecto al sentido de soldadura. De forma alternativa, los dos puntos del punto doble pueden estar dispuestos de forma colineal con respecto al sentido de soldadura.

En algunos ejemplos, cuando los puntos están dispuestos perpendiculares con respecto al sentido de soldadura, los dos puntos del punto doble del segundo rayo láser pueden preceder o seguir al punto del primer rayo láser. De forma

alternativa, el punto del primer rayo láser puede estar dispuesto de forma colineal entre los puntos de los puntos dobles.

En algunos ejemplos adicionales, cuando los puntos están dispuestos de forma colineal con respecto al sentido de soldadura, los dos puntos del punto doble del segundo rayo láser pueden preceder o seguir al punto del primer rayo láser. De forma alternativa, el punto del primer rayo láser puede estar dispuesto de forma colineal entre los puntos de los puntos dobles.

La elección de la disposición de los puntos puede depender de las características del recubrimiento, del material de aportación, la soldadura deseada o de una combinación de los mismos. En algunos ejemplos, las primera y segunda piezas en bruto pueden estar unidas a tope, la primera parte puede ser un borde de la primera pieza en bruto y la segunda parte puede ser el borde de la segunda pieza en bruto. Específicamente, se puede usar una unión a tope con bordes rectos (sin mecanizar o biselar los bordes). Más específicamente, se puede usar una soldadura a tope con bordes rectos sin separación.

En algunos ejemplos, la primera y/o la segunda pieza en bruto comprende un sustrato de acero con un recubrimiento que comprende la capa de aluminio o de una aleación de aluminio o la capa de cinc o de una aleación de cinc. En algunos ejemplos, dicho sustrato de acero de la primera y/o la segunda pieza en bruto puede ser un acero de ultra alta resistencia, en particular, un acero 22MnB5.

En otro aspecto, se divulga un procedimiento para formar un producto. El procedimiento comprende la formación de una pieza en bruto, incluyendo un procedimiento de unión de una primera y una segunda pieza en bruto de acuerdo con cualquiera de los procedimientos descritos en el presente documento, el calentamiento de la pieza en bruto, y la deformación en caliente y el posterior temple de la pieza en bruto calentada.

Aún en otro aspecto, se divulga una pieza en bruto obtenible mediante cualquiera de los procedimientos propuestos en el presente documento.

Aún en otro aspecto, se divulga un producto como se obtiene mediante un procedimiento para formar un producto como se propone en el presente documento.

Se pueden usar diferentes láseres para soldar por láser, tales como Nd-YAG (granate de itrio y aluminio dopado con neodimio) y un láser de CO₂ con suficiente potencia. Los láseres Nd-YAG están disponibles comercialmente y constituyen una tecnología probada. Este tipo de láser también puede tener suficiente potencia para fundir las partes (conjuntamente con el arco) de las piezas en bruto y permite variar la anchura del punto focal del láser y, por tanto, de la zona de soldadura. Reducir la dimensión del "punto" incrementa la densidad de energía.

Se pueden usar diferentes alambres de aportación, de acuerdo con cualquier requisito de la zona de soldadura, ya que la potencia del láser de fusión de alambre de aportación se puede ajustar a los requisitos del alambre de aportación (por ejemplo, la temperatura de fusión). El alambre de aportación usado puede comprender elementos gammágenos para estabilizar la fase austenítica. Los elementos estabilizantes austeníticos contrarrestan el efecto estabilizante de ferrita de Al o Zn, minimizando (o evitando), por tanto, la ferrita en la unión por soldadura final. De acuerdo con este aspecto, puede estar presente aluminio (o cinc) en la zona de soldadura, pero no da lugar a peores propiedades mecánicas después de los procedimientos de deformación en caliente, tales como estampación en caliente, cuando el alambre de aportación comprende elementos gammágenos, que estabilizan la fase austenítica. Estos elementos gammágenos se introducen en la zona de soldadura y se mezclan con la masa fundida, y, como consecuencia, se puede obtener austenita (hierro en fase gamma, γ -Fe) mediante calentamiento. Durante el enfriamiento rápido (temple) después de una deformación en caliente, se puede obtener, por tanto, una microestructura martensítica que proporcione características mecánicas satisfactorias.

Por tanto, no existe necesidad de eliminar una capa de aluminio, aleación de aluminio, cinc o aleación de cinc, tal como se propuso en algunos procedimientos de la técnica anterior. Cuando, por ejemplo, las piezas en bruto de acero recubiertas se han de soldar, esto se puede hacer de forma más rápida y más barata, puesto que ya no es necesaria una etapa de procedimiento intermedia.

Los elementos gammágenos se han de entender en el presente documento como elementos químicos que promueven la fase gamma, es decir, la fase de austenita. Los elementos gammágenos (o "elementos estabilizantes austeníticos") se pueden seleccionar de un grupo que comprende níquel (Ni), carbono (C), manganeso (Mn), cobre (Cu) y nitrógeno (N). Aunque la adición de "elementos estabilizantes de ferrita" puede contrarrestar la acción de los "elementos estabilizantes austeníticos", opcionalmente estos "elementos estabilizantes de ferrita" todavía pueden ser componentes adecuados cuando también se tienen en cuenta otros factores para la composición de la aportación. Por ejemplo, para promover la dureza, el molibdeno (Mo) podría ser un elemento adecuado y, por ejemplo, para la resistencia a la corrosión, el silicio (Si) y cromo (Cr) podrían ser componentes adecuados.

Las aleaciones de aluminio se han de entender en el presente documento como aleaciones metálicas en las que el aluminio es el elemento predominante. Las aleaciones de cinc se han de entender en el presente documento como

aleaciones metálicas en las que el cinc es el elemento predominante.

Preferentemente, la cantidad de elementos gammágenos en el alambre de aportación es suficiente para compensar la presencia de elementos alfégenos, tales como Cr, Mo, Si, Al y Ti (titanio). Los elementos alfégenos promueven la formación de hierro alfa (ferrita). Esto puede dar lugar a propiedades mecánicas reducidas, ya que la microestructura que resulta de la estampación en caliente y el temple puede comprender martensita-bainita y ferrita.

En algunos ejemplos, la aportación puede contener elementos estabilizantes de austenita y puede tener una composición en porcentajes en peso de un 0 % - 0,3 % de carbono, un 0 % - 1,3 % de silicio, un 0,5 % - 7 % de manganeso, un 5 % - 22 % de cromo, un 6 % - 20 % de níquel, un 0 % - 0,4 % de molibdeno, un 0 % - 0,7 % de niobio, y el resto hierro e impurezas inevitables.

En otros ejemplos, el material de aportación metálico puede ser acero inoxidable AISi 316L, como el disponible comercialmente, por ejemplo, de Hoganäs®. La aportación metálica puede tener la siguiente composición en porcentajes en peso: un 0 % - 0,03 % de carbono, un 2,0 - 3,0 % de molibdeno, un 10 % - 14 % de níquel, un 1,0 - 2,0 % de manganeso, un 16 - 18 % de cromo, un 0,0 - 1,0 % de silicio, y el resto hierro e impurezas inevitables.

De forma alternativa, se puede usar 431L HC, disponible comercialmente, por ejemplo, de Hoganäs®. Esta aportación metálica tiene la siguiente composición en porcentajes en peso: un 70-80 % de hierro, un 10-20 % de cromo, un 1,0-9,99 % de níquel, un 1-10 % de silicio, un 1-10 % de manganeso y el resto impurezas.

Otros ejemplos pueden usar 3533-10, como está adicionalmente disponible comercialmente, por ejemplo, de Hoganäs®. La aportación tiene la siguiente composición en porcentajes en peso: un 2,1 % de carbono, un 1,2 % de silicio, un 28 % de cromo, un 11,5 % de níquel, un 5,5 % de molibdeno, un 1 % de manganeso y el resto hierro e impurezas.

Se descubrió que la presencia de níquel en estas composiciones daba lugar a una buena resistencia a la corrosión y promovía la formación de austenita. La adición de cromo y silicio ayuda a la resistencia a la corrosión, y el molibdeno ayuda a incrementar la dureza. En ejemplos alternativos, también se pueden usar otros aceros inoxidable, incluso UHSS. En algunos ejemplos, la aportación puede incorporar cualquier componente que proporcione características mecánicas más altas o más bajas dependiendo de las circunstancias.

Adicionalmente, se ha descubierto que una aportación de estas mezclas da lugar a propiedades mecánicas muy satisfactorias del producto de trabajo final, es decir, después de la estampación en caliente y el temple. Además, se pueden usar otras aportaciones.

En un segundo aspecto, la presente divulgación proporciona un procedimiento para formar un producto que comprende la formación de una pieza en bruto, incluyendo un procedimiento de unión de una primera y una segunda pieza en bruto de acuerdo con cualquiera de los procedimientos de soldadura descritos en el presente documento y posteriormente el calentamiento de la pieza en bruto, y la deformación en caliente de la pieza en bruto calentada y el temple final. El calentamiento puede incluir un tratamiento térmico en un horno antes de la deformación. La deformación en caliente puede incluir, por ejemplo, estampación en caliente o embutición profunda.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En lo que sigue, se describirán ejemplos no limitantes de la presente divulgación, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

las figuras 1a - 1d ilustran esquemáticamente ejemplos de unión de dos piezas en bruto;

las figuras 2a - 2c ilustran esquemáticamente disposiciones ejemplares para un rayo láser de soldadura y un rayo de fusión de alambre de aportación de acuerdo con diversas implementaciones; y

las figuras 3a - 3f ilustran esquemáticamente posiciones relativas de los rayos láser de soldadura y los rayos de fusión de alambre de aportación.

La figura 4 es un diagrama de flujo de un procedimiento de unión de piezas en bruto.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS EJEMPLOS

Las figuras 1a - 1d ilustran esquemáticamente ejemplos de procedimientos de unión de piezas en bruto. En la fig. 1a, una primera parte o región A1 de una primera pieza en bruto A se ha de unir a una segunda parte o región B2 de una segunda pieza en bruto B. En este ejemplo, las dos piezas en bruto se han de unir a tope, es decir, una soldadura borde con borde, específicamente con bordes rectos (sin moldeado/biselado especial de los bordes).

En este ejemplo, ambas piezas en bruto A y B pueden ser de acero recubierto, tal como, por ejemplo, Usibor® 1500P.

Ambas piezas en bruto pueden comprender un sustrato de acero 1 sobre el que se puede proporcionar un recubrimiento 2. El recubrimiento aplicado en este ejemplo es aluminio-silicio (Al87Si10Fe3). Debido al procedimiento de aplicación del recubrimiento, el recubrimiento resultante puede tener una capa de aleación metálica 4 y una capa intermetálica 3 como se ilustra en la fig. 1b - 1d.

Las figuras 1b - 1d ilustran esquemáticamente una vista en sección transversal a lo largo del plano definido por la línea x - y y la vista en planta correspondiente de acuerdo con algunos ejemplos de soldadura por láser dual. Dicho plano definido por la línea x - y corresponde a la viga de soldadura C, es decir, la línea donde el borde de la pieza en bruto A se pone en contacto con el borde de la pieza en bruto B. En estos ejemplos, las piezas en bruto A y B pueden comprender un sustrato de acero 1 con un recubrimiento 2, que puede tener una capa de aleación metálica 4 como la capa más externa y una capa intermetálica 3 dispuesta entre el sustrato de acero 1 y la capa de aleación metálica 4. Cuando las piezas en bruto A y B se sueldan, la capa de recubrimiento y el sustrato de acero de las partes soldadas de las piezas en bruto A y B, y la aportación, se mezclan en la viga de soldadura. Por tanto, después de la soldadura, la viga de soldadura no comprende una capa de recubrimiento definida. En estos ejemplos, la flecha SS indica el sentido de soldadura en la vista en planta.

La figura 1b ilustra además una vista en sección transversal a lo largo del plano definido por la línea x - y y la vista en planta correspondiente del procedimiento de unión de acuerdo con un ejemplo de soldadura por láser dual. Se ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal y en planta de un láser de fusión de metal de aportación 20 que tiene una cabeza láser 21 desde la que sale un primer rayo láser L1. Se puede usar un alambre de aportación 25 como material de soldadura. También se ilustra esquemáticamente una soldadora láser 30 que tiene una cabeza láser 31 desde la que sale un segundo rayo láser L2.

En un procedimiento de soldadura por láser dual, dos rayos láser colaboran para formar una zona de soldadura 40. En este ejemplo, el primer rayo láser L1 funde (directamente) el alambre de aportación. El segundo rayo láser L2 funde partes de las piezas en bruto en un baño de soldadura sustancialmente donde se han de soldar las dos piezas en bruto. El alambre de aportación fundido se dirige en el baño de soldadura —común— y, al mismo tiempo, el alambre de aportación fundido se mezcla con las partes fundidas de las piezas en bruto. A medida que se funde el alambre de aportación, se puede rellenar cualquier espacio entre las piezas en bruto y se puede crear una soldadura.

La figura 1b ilustra además una vista en planta de la zona de soldadura 40 creada en las zonas que se han de soldar de las piezas en bruto A y B. El punto S1 del rayo láser corresponde al punto creado por el primer rayo láser L1, mientras que el punto S2 del rayo láser corresponde al punto creado por el segundo rayo láser L2.

En el ejemplo de la fig. 1b, el segundo rayo láser L2, el rayo de la soldadora láser, puede ser movable de una manera balanceante para mezclar el material en el baño de soldadura como consecuencia del efecto Marangoni. Como la parte fundida de las piezas en bruto comprende material de sustrato de acero, así como material de recubrimiento, mezclar los ingredientes del baño de soldadura puede evitar cualquier efecto dañino atribuible al recubrimiento de aleación de Al y, por lo tanto, las propiedades mecánicas de la zona soldada pueden no verse afectadas.

Se puede observar que, en este caso, no existe necesidad de eliminar el recubrimiento de los sustratos de acero antes de soldar, ya que la mezcla homogénea de los materiales a lo largo de todo el espesor de las piezas en bruto mitiga cualquier efecto nocivo del recubrimiento, simplificando y acelerando, por tanto, la fabricación. Esto puede provocar una reducción sustancial de los costes. Al mismo tiempo, un alambre de aportación de composición adecuada puede garantizar que se obtengan buenas propiedades mecánicas después del tratamiento térmico estándar para Usibor® y después de procedimientos de deformación en caliente, tal como estampación en caliente.

Un tratamiento estándar para las piezas en bruto de Usibor® sería calentar la pieza en bruto obtenida, por ejemplo, en un horno para provocar (entre otras cosas) la austenización del acero base. A continuación, la pieza en bruto se puede estampar 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, por tanto, martensita, lo que proporciona características mecánicas satisfactorias. El tratamiento estándar no se ve afectado de ninguna manera por los procedimientos de unión propuestos en el presente documento. En particular, gracias a los elementos de un alambre de aportación adecuado (es decir, un alambre de aportación con elementos gammágenos) que se suministran a la zona de soldadura, también se puede obtener una estructura de martensita en el área de la soldadura, a pesar de la presencia de aluminio.

La figura 1c ilustra además una vista en sección transversal a lo largo del plano definido por la línea x - y y la vista en planta correspondiente de un procedimiento de unión de dos piezas en bruto de acuerdo con otro ejemplo de soldadura por láser dual. Se ilustra esquemáticamente un láser de fusión de metal de aportación 20 que tiene una cabeza láser 21 desde la que sale un primer rayo láser L1. Se puede usar un alambre de aportación 25 como material de soldadura. También se ilustra esquemáticamente una soldadora láser 30 que tiene una cabeza láser 31 desde la que salen dos subrayos L2a y L2b. La cabeza láser 31 puede comprender ópticas láser de punto doble.

En este ejemplo de procedimiento de soldadura por láser dual, los rayos láser también colaboran para formar una zona de soldadura 40. El primer rayo láser L1 funde el alambre de aportación 25 de forma similar que en el ejemplo

analizado con referencia a la fig. 1b. Los dos subrayos, L2a y L2b, generan un punto doble que funde partes de las piezas en bruto en un baño de soldadura sustancialmente donde se han de soldar las dos piezas en bruto. El alambre de aportación fundido se dirige en el baño de soldadura —común— y, al mismo tiempo, el alambre de aportación fundido se mezcla con las partes fundidas de las piezas en bruto. El punto doble puede garantizar la mezcla del material de alambre de aportación fundido con las partes fundidas de las piezas en bruto sin que se requiera ningún balanceo de los subrayos L2a y L2b.

La figura 1c ilustra además una vista en planta de la zona de soldadura 40 creada en las zonas que se han de soldar de las piezas en bruto A y B. El punto S1 del rayo láser corresponde al punto creado por el primer rayo láser L1, mientras que el punto S2a y S2b del rayo láser corresponde a los puntos creados por los subrayos L2a y L2b, respectivamente.

La figura 1d representa una variación del ejemplo de la figura 1b, que tiene una sola cabeza láser 51 y un solo láser de fusión del alambre y soldadura. En este ejemplo, el láser de fusión y de soldadura 50 tiene una sola cabeza láser 51 desde la que salen un primer rayo láser L1 y un segundo rayo láser L2.

La figura 2a ilustra esquemáticamente una vista en planta de un procedimiento de unión de dos piezas en bruto de acuerdo con un ejemplo. Una primera pieza en bruto A se ha de unir a una segunda pieza en bruto B a lo largo de una costura de soldadura C, en la que un primer punto S1 del rayo láser puede ser responsable de la fusión de un material de alambre de aportación 25 en la zona de costura de soldadura C y un segundo punto S2 del rayo láser puede ser responsable de la fusión de una parte de la primera pieza en bruto A y una parte de la segunda pieza en bruto B, así como mezclar el material de alambre de aportación fundido con las partes fundidas de las piezas en bruto. Los círculos de líneas discontinuas indican el movimiento circular del segundo rayo láser para mezclar homogéneamente los materiales fundidos. La figura 2b ilustra esquemáticamente un movimiento en vaivén del punto S2 del rayo láser, mientras que la figura 2c ilustra esquemáticamente un movimiento balanceante del punto S2 del rayo láser. La selección del movimiento puede depender de las características de la zona de soldadura.

En todos los ejemplos ilustrados hasta el momento en el presente documento, las piezas en bruto en forma de planchas planas están unidas entre sí. Debería quedar claro que también se pueden aplicar los ejemplos de los procedimientos divulgados en el presente documento a piezas en bruto de diferentes formas.

Las fig. 3a - 3f ilustran esquemáticamente las posiciones relativas de los puntos generados a partir de los primer y segundo rayos láser cuando se usa un rayo láser de punto doble para fundir las partes de las piezas en bruto y para mezclar las partes fundidas de las piezas en bruto con el alambre de aportación fundido. La flecha indica el sentido de soldadura. En las figs. 3a - 3c, los tres puntos están dispuestos de forma colineal a lo largo del sentido de soldadura. En la fig. 3a, los puntos S2a y S2b del punto doble preceden al punto del rayo de fusión de alambre de aportación. En la fig. 3b, el punto del rayo de fusión de alambre de aportación S1 precede a los puntos S2a y S2b del punto doble. En la fig. 3c, el punto S1 del rayo de fusión de alambre de aportación se interpone entre los dos puntos S2a y S2b del punto doble. En la fig. 3d, los puntos S2a y S2b del punto doble preceden al punto S1 del rayo de fusión de alambre de aportación. Sin embargo, en este caso, los dos puntos del punto doble están dispuestos perpendicularmente con respecto al sentido de soldadura. En la fig. 3e, los dos puntos S2a y S2b del punto doble también están dispuestos perpendicularmente con respecto al sentido de soldadura, pero, a diferencia de la disposición de la fig. 3d, siguen al punto S1 del rayo de fusión de alambre de aportación. Finalmente, en la fig. 3f, los tres puntos están dispuestos a lo largo de un sentido perpendicular con respecto al sentido de soldadura donde el punto S1 del rayo de fusión de alambre de aportación se interpone entre los dos puntos S2a y S2b del punto doble.

Cuando se usa un punto doble, los dos puntos también pueden inducir o mejorar un efecto Marangoni similar y los elementos de la zona de soldadura se pueden distribuir homogéneamente de nuevo con los elementos estabilizantes de austenita en la aportación, alcanzando la parte inferior de la soldadura. Por lo tanto, el aluminio no puede dar lugar a peores propiedades mecánicas en la zona de soldadura después de los procedimientos de deformación en caliente, tales como estampación en caliente.

El porcentaje de ferrita y austenita depende de la cantidad de aluminio. La adición de estos materiales de aportación inoxidables estabilizantes de austenita puede incrementar el contenido de masa del aluminio necesario para iniciar la fase de ferrita. En otras palabras, gracias a la aportación, se puede admitir más aluminio en el área de soldadura mientras todavía se mantienen las propiedades mecánicas deseadas, es decir, mientras todavía se garantiza la presencia de austenita. Por tanto, la influencia del aluminio en el área de soldadura se puede minimizar y se puede obtener una unión por soldadura con buenas propiedades mecánicas.

La fig. 4 es un diagrama de flujo de un procedimiento de unión de piezas en bruto de acuerdo con un ejemplo. En el recuadro 105, se puede seleccionar una primera parte de una primera pieza en bruto que se ha de unir a una segunda pieza en bruto. La primera pieza en bruto puede comprender al menos una capa de aluminio o de una aleación de aluminio o una capa de cinc o de una aleación de cinc. En algunos ejemplos, la primera pieza en bruto puede comprender un sustrato de acero con un recubrimiento que comprende la capa de aluminio o de una aleación de aluminio o la capa de cinc o de una aleación de cinc. En algunos ejemplos, el sustrato de acero puede ser un acero de ultra alta resistencia, en particular, el acero puede ser un acero al boro.

En el recuadro 110, se puede seleccionar una segunda parte de una segunda pieza en bruto que se ha de unir a la primera parte. La segunda pieza en bruto también puede comprender al menos una capa de aluminio o de una aleación de aluminio o una capa de cinc o de una aleación de cinc. En algunos ejemplos, la segunda pieza en bruto puede comprender un sustrato de acero con un recubrimiento que comprende la capa de aluminio o de una aleación de aluminio o la capa de cinc o de una aleación de cinc. En algunos ejemplos, el sustrato de acero puede ser un acero de ultra alta resistencia y, en particular, un acero al boro.

En el recuadro 115, usando un rayo de soldadura por láser, la primera parte y la segunda parte de las piezas en bruto se pueden fundir en una zona de soldadura. En el recuadro 120, se puede suministrar un alambre de aportación y fundirlo a la zona de soldadura usando un rayo láser de fusión de alambre de aportación. El rayo láser de fusión de alambre de aportación corresponde a un primer rayo láser. Dicho primer rayo láser está dispuesto para fundir el alambre de aportación en la zona de soldadura. El rayo de soldadura por láser puede corresponder a un segundo rayo láser. El uso de dicho segundo rayo láser puede comprender desplazar el segundo rayo láser de una manera oscilante o usar un láser de punto doble.

En el recuadro 125, las partes fundidas de las piezas en bruto y el alambre de aportación fundido se mezclan en la zona de soldadura para producir una soldadura. Mezclando la aportación a lo largo de toda la zona de soldadura, es decir, a lo largo de todo el espesor de las piezas en bruto, se pueden mejorar las propiedades mecánicas de la soldadura.

Se obtienen buenas propiedades mecánicas, donde dos piezas en bruto de Usibor® 1500P se han soldado mediante soldadura por láser dual con el uso de un rayo láser de fusión de alambre de aportación y un rayo láser de soldadura. En particular, se obtiene una alta resistencia a la tracción cuando se usan aportaciones que contienen materiales estabilizantes de austenita. La resistencia a la tracción obtenida se podría comparar con un producto de Usibor® no soldado y un producto de boro no recubierto de 22MnB5 soldado.

Se pueden obtener estas buenas propiedades mecánicas usando una velocidad de soldadura relativamente alta, mejorando los procedimientos de fabricación y reduciendo el tiempo de soldadura. Se puede lograr la velocidad de soldadura de 5 - 12 m/min en diversos ejemplos.

Aunque únicamente se ha divulgado una serie de ejemplos en el presente documento, son posibles otras alternativas, modificaciones, usos y/o equivalentes de los mismos. Además, también están cubiertas todas las posibles combinaciones de los ejemplos descritos. Por tanto, el alcance de la presente divulgación no se debería limitar por los ejemplos particulares, sino que se debería determinar únicamente mediante una lectura correcta de las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para unir una primera pieza en bruto y una segunda pieza en bruto, en el que la primera pieza en bruto y/o la segunda pieza en bruto comprende un sustrato de acero con un recubrimiento de aluminio o de una aleación de aluminio, y en el que la primera y la segunda piezas en bruto están unidas a tope con bordes rectos, comprendiendo el procedimiento:
5 seleccionar una primera parte de la primera pieza en bruto que se ha de unir a la segunda pieza en bruto, y seleccionar una segunda parte de la segunda pieza en bruto que se ha de unir a la primera parte;
10 siendo la primera parte un borde de la primera pieza en bruto y siendo la segunda parte un borde de la segunda pieza en bruto;
fundir la primera parte y la segunda parte, mientras que se suministra un alambre de aportación a una zona de soldadura usando un primer y un segundo rayo láser, en el que
15 el primer rayo láser funde el alambre de aportación en la zona de soldadura durante la soldadura, y
la primera parte y la segunda parte de las piezas en bruto se funden y mezclan con el alambre de aportación fundido usando el segundo rayo láser.
20
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que usar el segundo rayo láser comprende desplazar el segundo rayo láser de una manera oscilante para mezclar la primera parte y la segunda parte de las piezas en bruto con el alambre de aportación fundido.
25
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que usar el segundo rayo láser comprende usar un rayo láser de punto doble para fundir la primera parte y la segunda parte y para mezclar la primera parte y la segunda parte de las piezas en bruto con el alambre de aportación fundido.
30
4. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer rayo láser genera un punto que tiene una dimensión sustancialmente correspondiente al diámetro del alambre de aportación y el segundo rayo láser genera un punto o un punto doble que tiene una dimensión sustancialmente correspondiente a la dimensión de la zona de soldadura.
35
5. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los primer y segundo rayos láser están generados mediante una sola cabeza láser.
40
6. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el primer rayo láser está generado mediante una primera cabeza láser y el segundo rayo láser está generado mediante una segunda cabeza láser.
45
7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el primer rayo láser genera un punto y el segundo rayo láser genera uno o más puntos y los primer y segundo rayos láser generan puntos dispuestos sustancialmente en línea con un sentido de soldadura.
50
8. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que usar el segundo rayo láser comprende generar un punto doble y en el que los puntos del punto doble están dispuestos sustancialmente de forma perpendicular con respecto al sentido de soldadura.
55
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los puntos del punto doble preceden o bien siguen al punto del primer rayo láser en un sentido de soldadura.
60
10. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que usar el segundo rayo láser comprende generar un punto doble y en el que el punto doble y el punto del primer rayo láser están dispuestos de forma colineal, en el que el punto del primer rayo láser está dispuesto entre los puntos del punto doble.
65
11. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el alambre de aportación comprende elementos gammágenos.
12. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el sustrato de acero de la primera y/o la segunda pieza en bruto es un acero de ultra alta resistencia, opcionalmente un acero 22MnB5.
13. Procedimiento para formar un producto que comprende
la formación de una pieza en bruto, incluyendo un procedimiento de unión de una primera y una segunda pieza en bruto de acuerdo con cualquiera de los procedimientos de las reivindicaciones 1 - 12, el calentamiento de la pieza en

bruto, y

la deformación en caliente y el posterior temple de la pieza en bruto calentada.

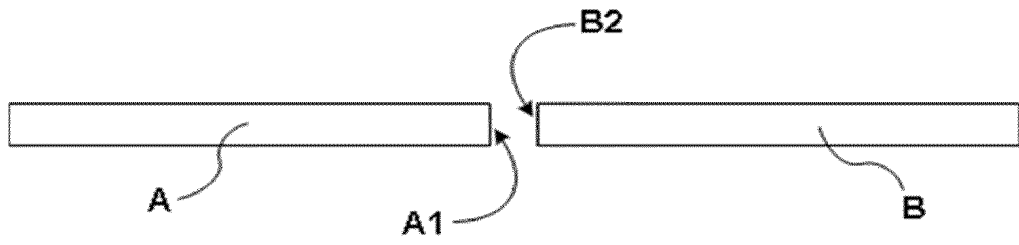


Fig. 1a

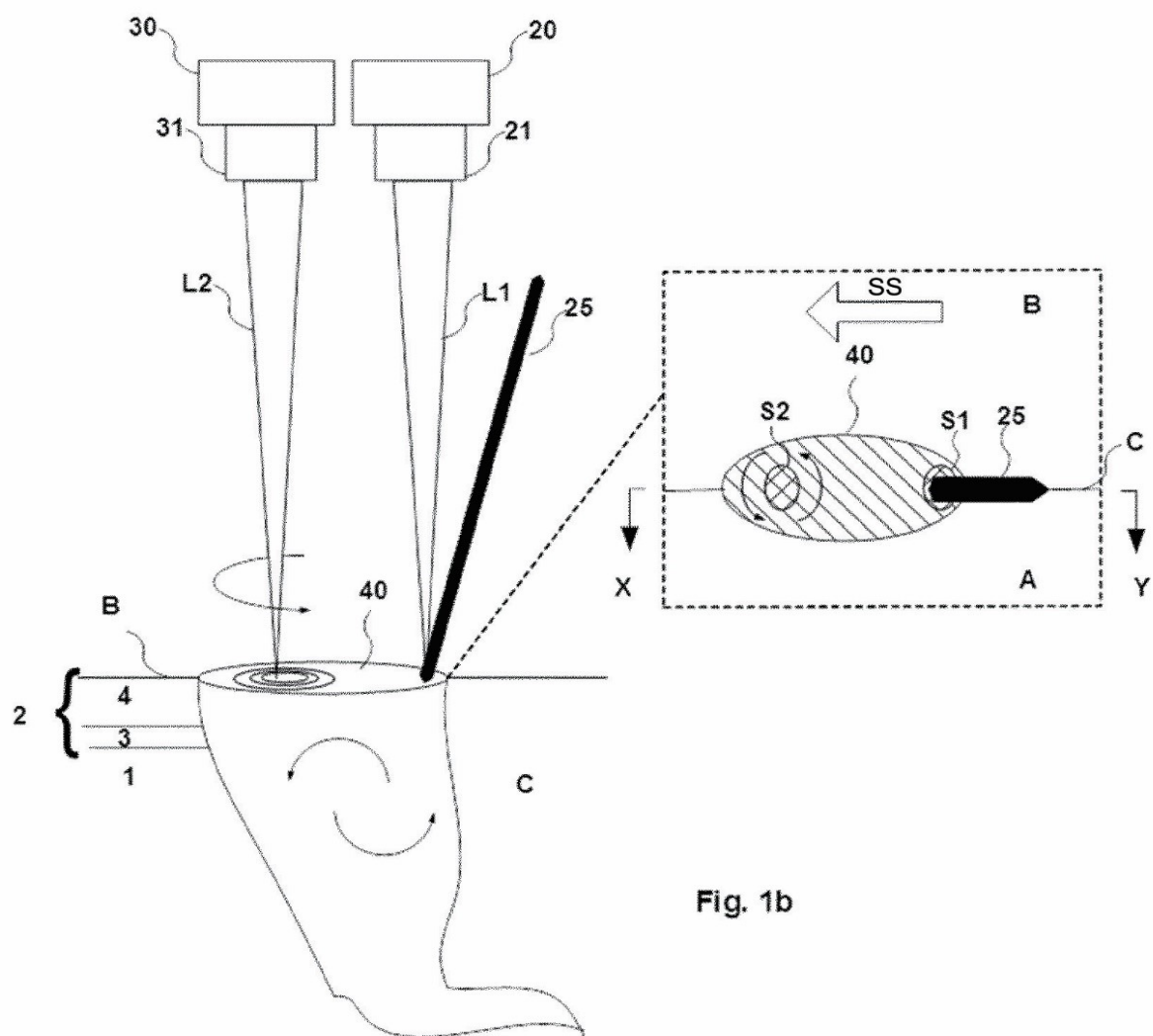


Fig. 1b

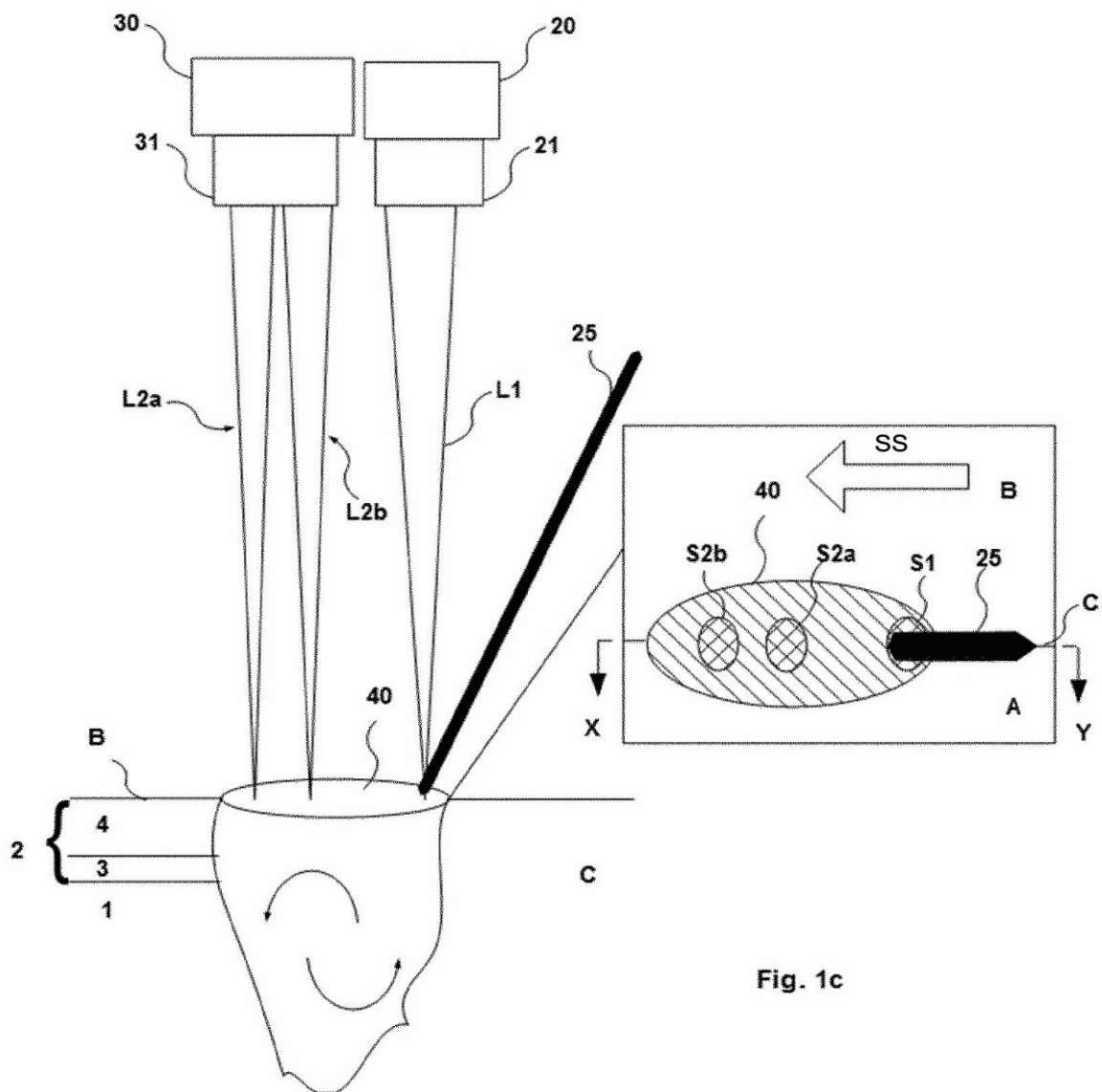
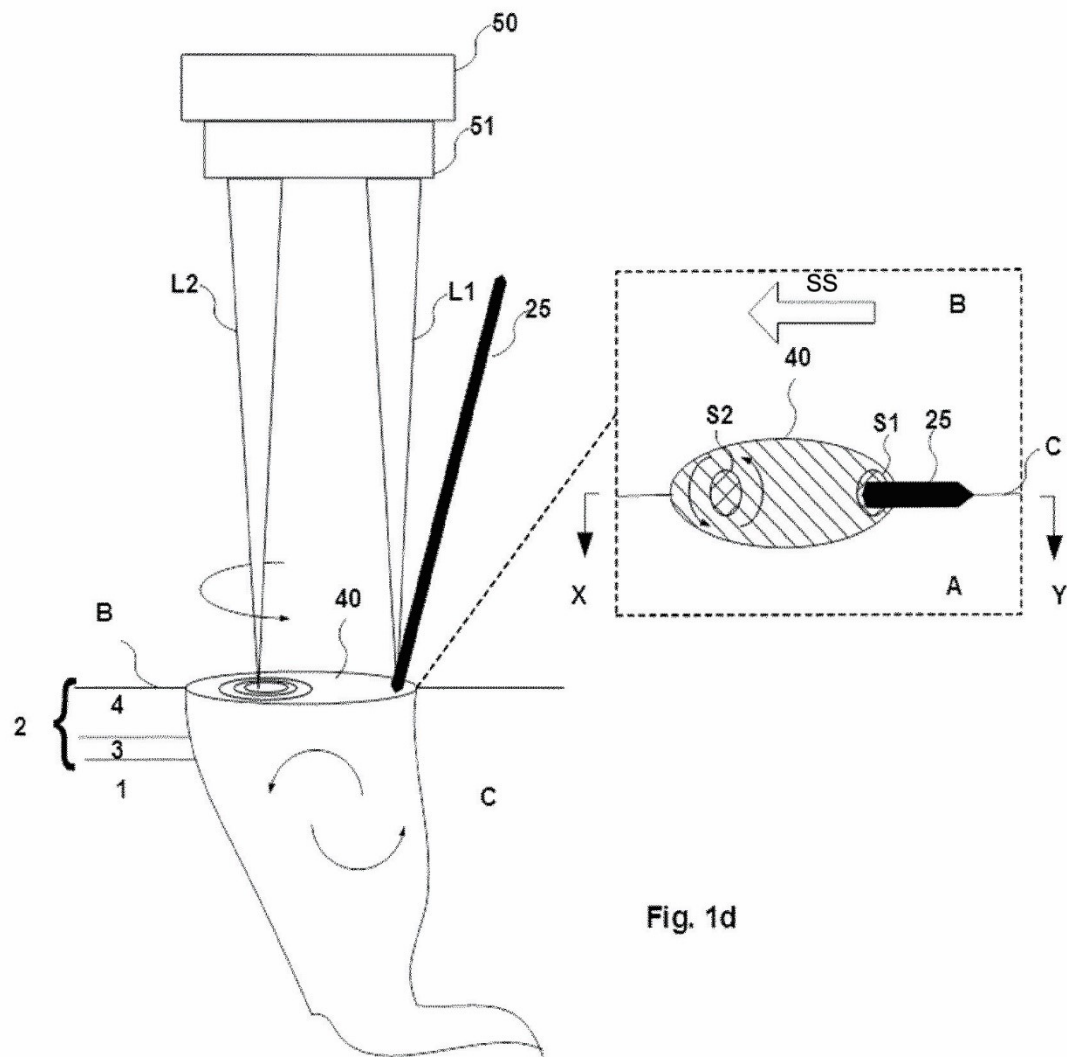


Fig. 1c



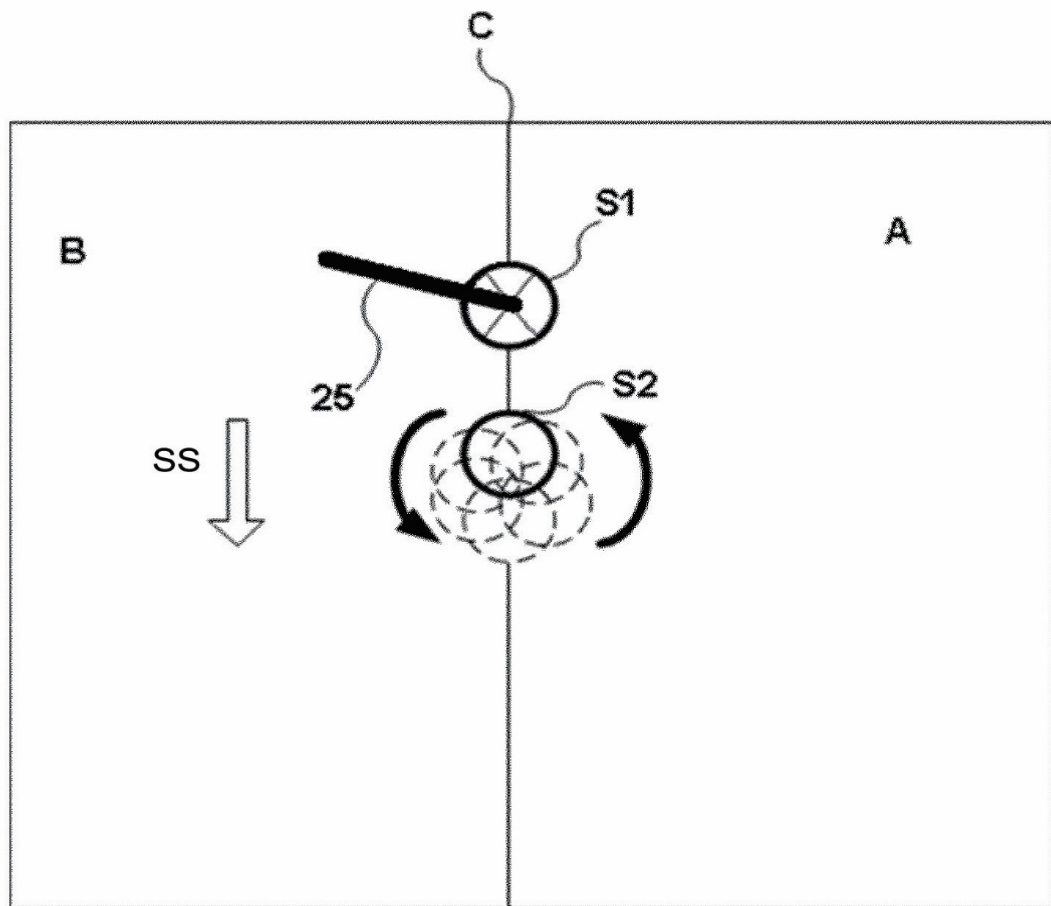


Fig. 2a

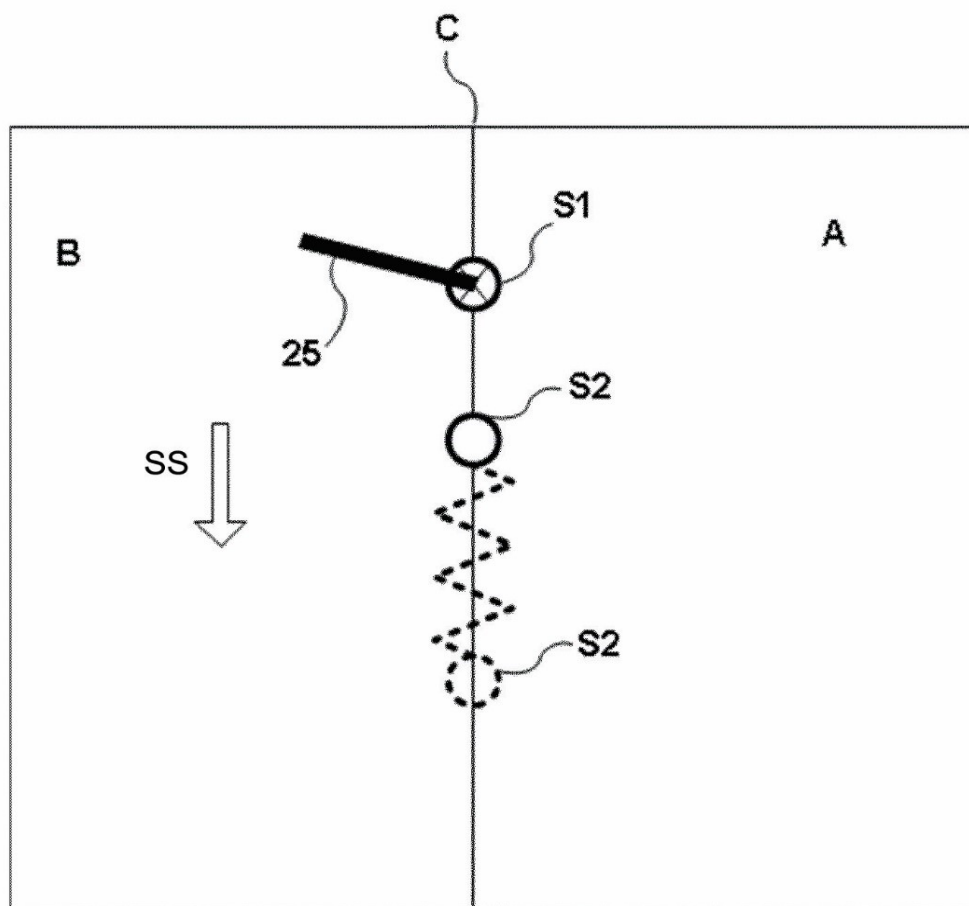


Fig. 2b

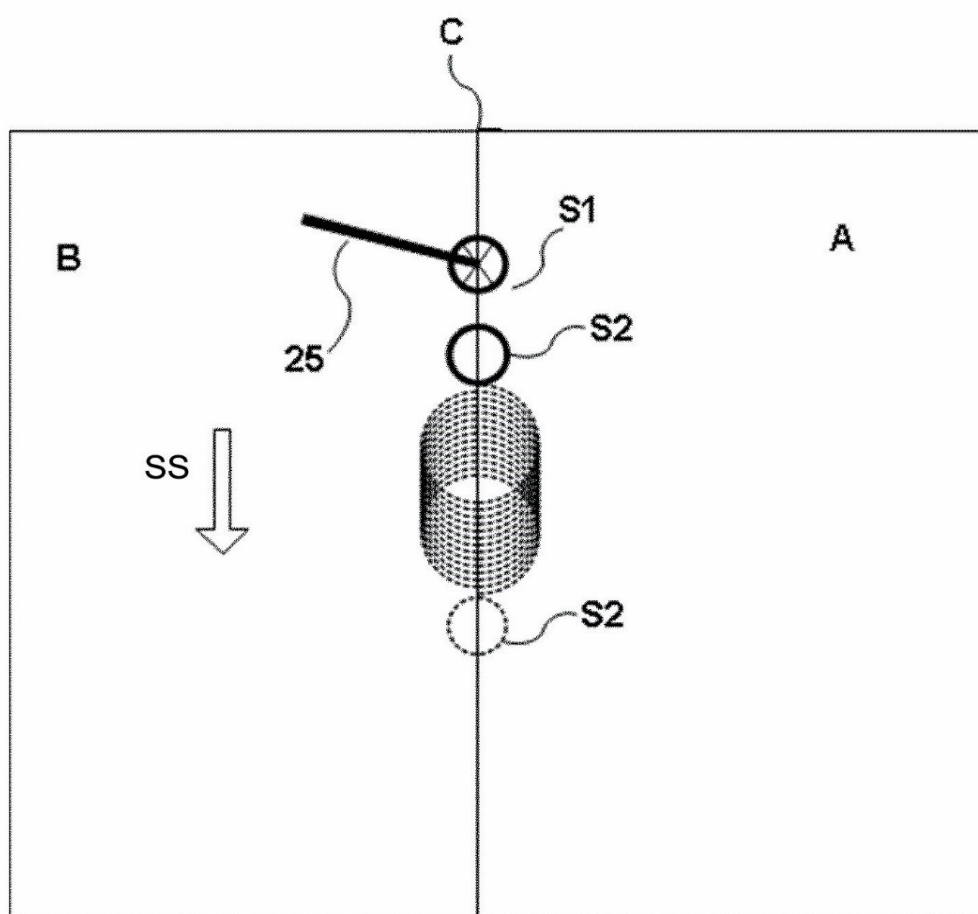


Fig. 2c

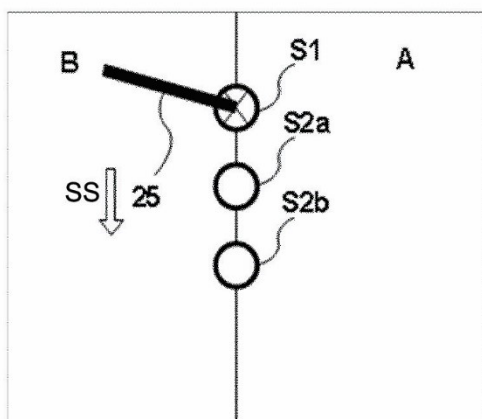


Fig. 3a

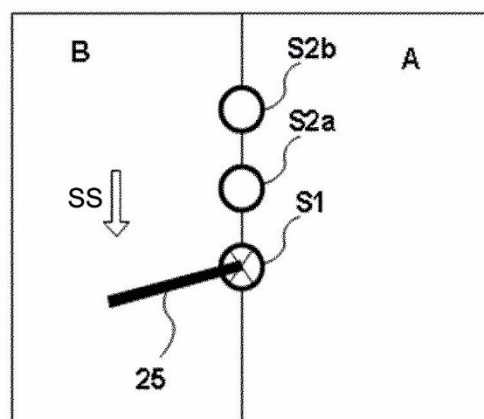


Fig. 3b

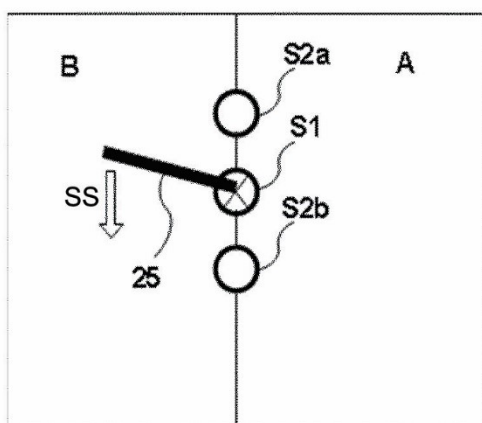


Fig. 3c

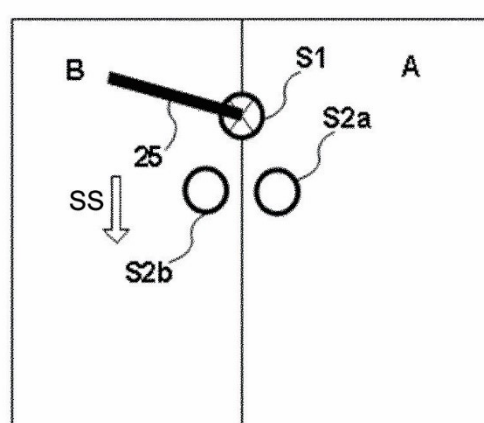


Fig. 3d

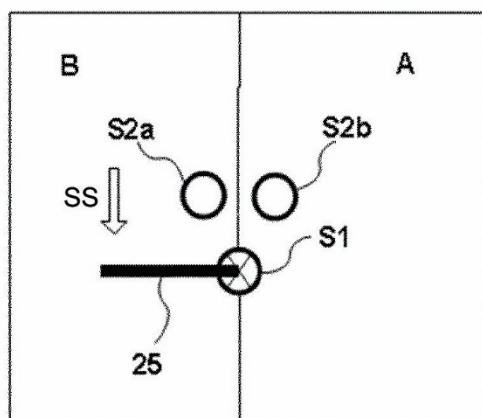


Fig. 3e

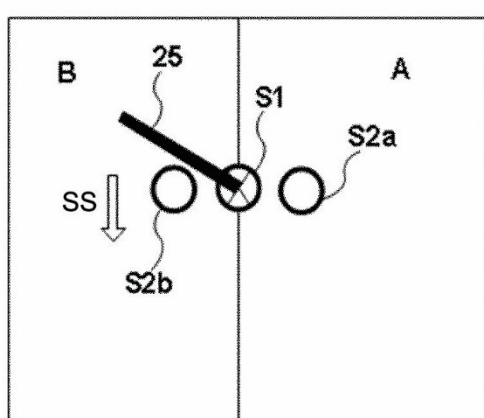


Fig. 3f

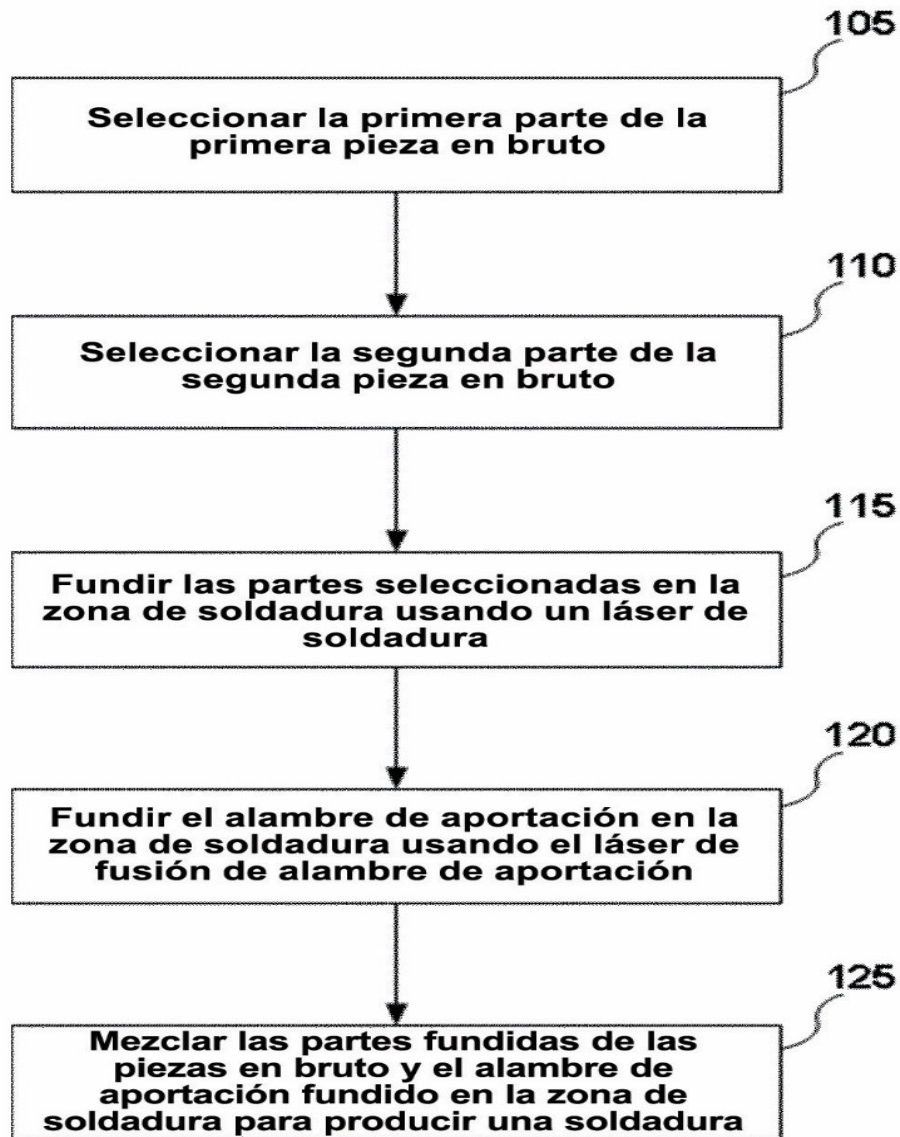


Fig. 4