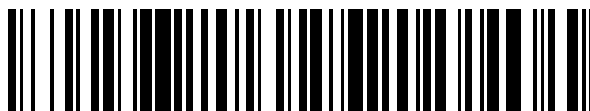


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 212**

51 Int. Cl.:

B23K 9/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.06.2014 PCT/EP2014/062078**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014 WO14202439**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2014 E 14737164 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 3010678**

54 Título: **Equipo de soldadura y procedimiento de soldadura para soldar piezas de trabajo con un arco voltaico movido de forma rotativa bajo el calentamiento de las piezas de trabajo después de la soldadura**

30 Prioridad:

18.06.2013 DE 202013102617 U

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

20.06.2018

73 Titular/es:

KUKA INDUSTRIES GMBH (100.0%)

Blücherstrasse 144

86165 Augsburg, DE

72 Inventor/es:

HERRICH, JÖRG

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 673 212 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

Equipo de soldadura y procedimiento de soldadura para soldar piezas de trabajo con un arco voltaico movido de forma rotativa bajo el calentamiento de las piezas de trabajo después de la soldadura

5 La invención se refiere a un equipo de soldadura y a un procedimiento de soldadura con las características del preámbulo de las reivindicaciones 1 y 6 (véase por ejemplo el documento WO2009/130131A1). Por los documentos EP0288911A1 y DE4135882A1 se dieron a conocer equipos de soldadura para soldar piezas de trabajo con un arco voltaico rotativo, movido magnéticamente. El equipo de soldadura presenta un equipo de avance controlable para al menos una pieza de trabajo así como una fuente de corriente y un equipo impulsor para el arco voltaico. Para la soldadura, las piezas de trabajo sometidas a tensión por la fuente de corriente y electroconductoras en primer lugar se ponen en contacto por sus bordes frontales y después se vuelven a separar un poco axialmente, durante lo que se enciende un arco voltaico que es impulsado de forma rotativa a lo largo de los bordes de la pieza de trabajo por el equipo impulsor por medio de un campo magnético generado a través de bobinas. El arco voltaico funde los bordes de pieza de trabajo y las zonas de pieza de trabajo situadas a continuación. A continuación, el equipo de avance vuelve a poner en contacto y a recalcar las piezas de trabajo, durante lo que formando un reborde se establece la unión soldada en la zona de contacto y de juntura.

10 Por el documento JPS5614075 se dio a conocer un equipo de soldadura para soldar piezas de trabajo con un arco voltaico rotativo, movido magnéticamente, en el que antes de la soldadura las piezas de trabajo se calientan con un equipo calentador inductivo.

20 Los equipos de soldadura y procesos de soldadura conocidos con anterioridad resultan adecuados para un gran ancho de banda de materiales y grosores de pared de piezas de trabajo. En aceros refractarios modernos y grosores de pared muy delgados y especialmente en emparejamientos de piezas de trabajo con grandes diferencias en cuanto al grosor de pared y al material, especialmente al comportamiento de fusión de este, los equipos de soldadura y procesos de soldadura conocidos con anterioridad no siempre resultan adecuados óptimamente.

25 La presente invención tiene el objetivo de proporcionar una técnica de soldadura mejorada para soldar con un arco voltaico movido de forma rotativa.

30 La invención consigue este objetivo con las características de las reivindicaciones 1 y 6. La técnica de soldadura solicitada, es decir, el equipo de soldadura y el procedimiento de soldadura, permiten conseguir resultados de soldadura óptimos incluso en el caso de emparejamientos difíciles de piezas de trabajo con diferencias muy grandes en cuanto al grosor de pared y/o al material. Especialmente, se puede influir y controlar o, dado el caso, también regular de forma selectiva el comportamiento de temperatura y de enfriamiento de las piezas de trabajo en el emparejamiento para soldadura. De esta manera, se puede influir de manera selectiva en la formación estructural de las piezas de trabajo preferentemente metálicas en la zona de juntura.

35 Con la técnica de soldadura solicitada se pueden conseguir de forma reproducible las características deseadas del cordón de soldadura. Especialmente, se pueden ajustar las características de material de las piezas de trabajo soldadas. Esto es posible al menos en la zona de juntura o de soldadura. Se pueden controlar especialmente la resistencia, la ductilidad o la tenacidad así como la dureza.

40 El aporte de la energía necesaria para la soldadura puede distribuirse óptimamente entre el aporte de energía del arco voltaico y del equipo calentador adicional. Frente a los procedimientos de soldadura conocidos con anterioridad se puede reducir especialmente el aporte de energía a través del arco voltaico. De esta manera, se pueden evitar formaciones de gotas y de salpicaduras. Basta con un aporte de energía con el que en los bordes de pieza de trabajo que han de ser juntas se forme una fina masa fundida. Ya no se requiere un calentamiento en profundidad de la o las piezas de trabajo. El equipo calentador adicional impide un enfriamiento anticipado de las piezas de trabajo durante y después del recalado.

45 Además, se simplifican la localización y la optimización de los parámetros de soldadura. El compromiso necesario hasta ahora entre el aporte de energía necesario y la fusión de metal se puede suprimir o reducir. En el estado de la técnica, había que elegir un tiempo de formación de arco voltaico relativamente largo para conseguir un almacenamiento intermedio de calor suficiente en las piezas de trabajo. Sin embargo, la corriente de soldadura era relativamente baja, lo que podía repercutir de manera desventajosa en la trayectoria del arco voltaico. No obstante, una corriente más reducida seguía conduciendo a una mayor producción de masa fundida, lo que podía influir negativamente o perturbar el proceso en forma de puentes de fusión y, por consiguiente, cortocircuitos. También el aspecto de los rebordes era desfavorable, ya que las gotas de masa fundida podían solidificarse en estos. Esto resultaba desfavorable para el repaso con arranque de virutas, ya que el corte interrumpido reduce considerablemente la vida útil de las herramientas de corte.

55 El aporte de energía reducido por el arco voltaico y el tiempo de acción reducido del arco voltaico ofrecen además la ventaja de que los bordes de pieza de trabajo pueden mantener en gran medida su forma de superficie predefinida, especialmente un lado frontal plano. Se puede evitar el redondeo de los bordes de pieza de trabajo. Esto resulta ventajoso también para la reducción de deformaciones de pieza de trabajo y fuerzas transversales durante el recalado. Además, por el calentamiento adicional de la zona de juntura hay más tiempo para la reducción de

tensiones internas. Se pueden conseguir efectos como en un proceso de recocido, por ejemplo, un recocido de normalización.

5 Las piezas de trabajo soldadas tienen una marcha concéntrica especialmente reproducible y más homogénea y también una mejor precisión dimensional. Se puede reducir notablemente el esfuerzo de repaso. Especialmente, por la fina zona de masa fundida se pueden reducir las formaciones de rebordes y las reducciones de longitud de la pieza de trabajo. El ajuste exacto de la longitud total deseada de la pieza de trabajo soldada puede realizarse sin influencia desventajosa en la calidad de soldadura y la formación de la estructura dentro del proceso de soldadura y en el equipo de soldadura. Especialmente, es posible un reajuste en el calentamiento adicional.

10 Otras ventajas son la evitación de grietas en la pieza de trabajo soldada, una conducción homogénea del calor, una energía de trayecto mínima, una reducción de la formación de gotas y de salpicaduras además del gasto de mantenimiento y un excelente grado de eficacia técnico y económico, especialmente en cuanto al empleo de energía, al gasto de construcción y económico y al tiempo de soldadura.

15 Además, se pueden conseguir rebordes más lisos y más exentos de rebabas y el gasto de repaso. Con respecto al estado de la técnica, aumenta considerablemente la gama disponible de materiales soldables y de geometrías de pieza de trabajo. El comportamiento de fusión de los materiales puede diferir extremadamente. Para ello, la técnica de soldadura solicitada ofrece incluso una compensación propia.

20 En la técnica de soldadura según la invención, el arco voltaico sirve principalmente para la formación de una masa fundida óptima, siendo óptimo el calentamiento adicional de las piezas de trabajo unidas para el control de calor y de energía. La formación de masa fundida puede usarse sobre todo también para la limpieza de cordón, por lo que, durante el recalado, impurezas de material pueden ser desplazadas, con la masa fundida, de la zona de junta hacia fuera, a un cordón, y eliminarse a continuación. Por el arco voltaico, los bordes de pieza de trabajo se funden por separado entre sí, por lo que se pueden evitar mezclas de material durante la formación de la masa fundida. En la zona de junta y de soldadura en sí de las piezas de trabajo, después de la formación de rebordes y la expulsión de masa fundida existen una composición óptima de material así como una estructura óptima.

25 La formación reducida de masa fundida ofrece ventajas técnicas de material especialmente en el caso de materiales de fundición de hierro que contienen carbono, por ejemplo, fundición gris con grafito laminar. La formación o la permanencia de ledeburita generalmente no deseada en la zona de junta o de cordón pueden evitarse de manera fiable.

30 La técnica de soldadura según la invención ofrece ventajas especiales para una alta precisión dimensional de las piezas de trabajo soldadas, especialmente con respecto a la longitud de pieza de trabajo. Durante el recalado y el calentamiento adicional, a través del avance se puede ajustar exactamente la reducción de la longitud del componente.

35 La técnica de soldadura según la invención resulta adecuada para un gran ancho de banda de materiales y geometrías de pieza de trabajo. Para ello, resultan adecuados los materiales electroconductores, especialmente materiales metálicos. Pueden ser especialmente aceros, pero también materiales de fundición o materiales sinterizados.

40 Como equipo calentador adicional, según la invención resulta adecuada otra fuente de corriente, especialmente una fuente de corriente continua. Puede estar conectada paralelamente a la fuente de corriente para el arco voltaico y presentar la misma polarización. Para la fuente de corriente adicional resultan adecuadas por ejemplo fuentes de corriente continua de frecuencia media, tales como se usan en la soldadura eléctrica por puntos de resistencia.

Esto reduce los costes, ofrece una gran madurez técnica con una alta disponibilidad y facilidad de automatización. El gasto de conexiones y de control es bajo, pudiendo adaptarse la fuente de corriente de forma escalable y a diferentes aplicaciones.

45 Los bordes de pieza de trabajo calentados por el arco voltaico y a continuación puestos en contacto y recalados tienen especialmente en la zona anular de cordón o de junta una mayor resistencia eléctrica que las demás zonas de pieza de trabajo, de manera que la zona de junta puede calentarse de manera selectiva mediante transformación de corriente. A través de la duración y la intensidad de la corriente o a través de la fuente de corriente adicional se puede influir, especialmente controlar o, dado el caso, regular de manera selectiva en el tiempo y la temperatura la zona de junta.

50 En este tipo de soldadura por resistencia eléctrica con calentamiento conductivo de las piezas de trabajo unidas, en combinación con el calentamiento por arco voltaico resultan ventajas especiales para un aporte de energía o de calor controlable de forma homogénea y óptima. Esto resulta ventajoso especialmente para emparejamientos de piezas de trabajo con comportamientos de fusión muy diferentes de las piezas de trabajo. La pieza de trabajo que se funde más rápidamente bajo el influjo del arco voltaico forma una capa de masa fundida más gruesa. Pero, por una parte, generalmente tiene una menor resistencia eléctrica y un menor calentamiento conductivo que la otra pieza de trabajo que se funde más lentamente que se calienta más por la mayor resistencia eléctrica. Esta diferencia del comportamiento de fusión puede resultar por diferentes materiales y/o diferentes grosores de pared.

La técnica de soldadura combinada solicitada aprovecha ventajas de procedimientos de soldadura conocidos con anterioridad y al mismo tiempo evita sus desventajas.

5 Frente a la soldadura conocida con anterioridad de piezas de trabajo solo con el arco voltaico movido y el recalado subsiguiente es posible reducir el aporte de energía y evitar influjos no deseados en el proceso, especialmente cortocircuitos, por una fuerte formación de masa fundida, especialmente en caso de grandes diferencias de grosor de pared. Por otra parte, se pueden aprovechar óptimamente el calentamiento marginal y la formación de masa fundida rápidos.

10 En comparación con la soldadura a tope a presión por resistencia eléctrica se eliminan las desventajas de una larga duración de calentamiento con mezclas de material eventualmente no deseadas en la formación de masa fundida y la aparición de perturbaciones estructurales en la zona de junta por óxidos o impurezas similares así como problemas de contacto o el alto esfuerzo preparatorio en las superficies de junta. Por otra parte, se aprovechan las ventajas de una mejor conducción de temperatura, un mejor control de reducción de longitud y una mejor precisión dimensional de las piezas de trabajo.

En las reivindicaciones subordinadas se indican otras realizaciones ventajosas de la invención.

15 En los dibujos, la invención está representada a título de ejemplo y esquemáticamente. En concreto, muestran:

la figura 1: una representación esquemática de un equipo de soldadura y

la figura 2: una representación esquemática de piezas del equipo de soldadura con piezas de trabajo unidas y con una zona de junta.

20 La invención se refiere a un equipo de soldadura (1) y a un procedimiento de soldadura para soldar piezas de trabajo (2, 3).

25 El aporte de energía para soldar las piezas de trabajo (2, 3) se realiza por una parte mediante un arco voltaico (4) movido de forma rotativa entre los bordes de pieza de trabajo (19, 20) frontales orientados uno hacia otro de las piezas de trabajo (2, 3) y, por otra parte, mediante un equipo calentador (13) adicional. Este produce preferentemente un calentamiento conductivo de las piezas de trabajo (2, 3) unidas, mediante un flujo de corriente eléctrica.

30 La figura 1 muestra la estructura esquemática de un equipo de soldadura (1). Este presenta un bastidor de máquina (7) en el que están dispuestos elementos de sujeción (8, 9) para la pieza de trabajo (2, 3) correspondiente. En el ejemplo de realización representado se sueldan dos piezas de trabajo (2, 3) y se reciben respectivamente en un elemento de sujeción (8, 9). Se pueden mover una respecto a otra a lo largo de un eje (22) central de manera controlada y regulada una respecto a otra.

Un elemento de sujeción (8) para la pieza de trabajo (2) puede estar dispuesto de manera estacionaria. Alternativamente, puede estar dispuesto de forma giratoria alrededor del eje (22) en el bastidor de máquina (7) y, dado el caso, estar unido a un accionamiento controlable de manera correspondiente.

35 El otro elemento de sujeción (9) para la pieza de trabajo (3) está dispuesto de forma deslizante a lo largo del eje (22) en el bastidor de máquina (7) y está unido a un equipo de avance (11) controlable o regulable. De esta manera, el elemento de sujeción (9) con la pieza de trabajo (3) sujeta puede moverse hacia delante y atrás y aproximarse y alejarse con respecto a la otra pieza de trabajo (2).

Alternativamente o adicionalmente, un elemento de sujeción (8) puede tener tal equipo de avance. También es posible un equipo de avance (11) controlable o regulable conjuntamente para los dos elementos de sujeción (8, 9).

40 Las piezas de trabajo (2, 3) se componen de un material electroconductor. Este es preferentemente un material metálico, especialmente un metal ferroso o no ferroso. Resultan adecuados por ejemplo aceros que contienen hierro, materiales de fundición de hierro, dado el caso, con grafito. Otros materiales adecuados son los metales no ferrosos, por ejemplo, cobre, latón, bronce, aleaciones de metales ligeros con aluminio, magnesio o similares. Asimismo, resultan adecuados los materiales sinterizados de metal o con inclusiones metálicas. Los materiales electroconductores pueden ser también materiales compuestos con materiales electroconductores, especialmente metales, incorporados o aplicados.

45 Las piezas de trabajo (2, 3) están realizadas preferentemente como cuerpos huecos, especialmente como tubos. Pueden tener una forma de sección transversal discrecional, por ejemplo, circular, ovalada, prismática o similar. Los grosores de pared de los tubos pueden ser iguales o distintos. Alternativamente, una de las piezas de trabajo (2, 3) puede estar realizada de forma maciza.

Las piezas de trabajo (2, 3) están orientadas de forma ajustada, especialmente alineada, una respecto a otra a lo largo del eje (22) y tienen bordes frontales (19, 20) orientados uno hacia otro o contiguos.

El equipo de soldadura (1) presenta para generar el arco voltaico (4), indicado en la figura 1, entre las piezas de

trabajo (2, 3) una fuente de corriente (12) eléctrica y un equipo impulsor (10) para el arco voltaico (4). La fuente de corriente (12) está conectada de forma electroconductor a las piezas de trabajo (2, 3) sujetas. Para ello, los elementos de sujeción (8, 9) pueden formar electrodos, estando realizados como dispositivos de sujeción electroconductores, especialmente metálicos, y conectados a la fuente de corriente (12). Alternativamente, las piezas de trabajo (2, 3) pueden conectarse a la fuente de corriente (12) y someterse a tensión de otra manera, por ejemplo, mediante contactos separados o similares. La fuente de corriente (12) es preferentemente una fuente de corriente continua.

El equipo impulsor (10) impulsa el arco voltaico (4) y lo hace rotar alrededor del eje (22) en los bordes de pieza de trabajo (19, 20) situados a una distancia axialmente. El accionamiento puede generarse por ejemplo mediante un campo magnético, presentando el equipo impulsor (10) una disposición de bobinas correspondiente.

Para generar el arco voltaico (4), las piezas de trabajo (2, 3) se ponen en contacto mutuo por el equipo de avance (11), se someten a tensión por la fuente de corriente (12) y después se vuelven a separar un poco axialmente por el equipo de avance (11), por lo que se enciende el arco voltaico (4) entre los bordes de pieza de trabajo (19, 20), especialmente entre los lados frontales preferentemente planos de estos, y después circula o rota bajo la acción del equipo impulsor (10).

El arco voltaico (4) rotativo calienta los bordes de pieza de trabajo (19, 20) y los plastifica, fundiéndose especialmente. Cuando en los dos bordes de pieza de trabajo (19, 20) se ha formado una capa de masa fundida suficiente, las piezas de trabajo (2, 3) vuelven a aproximarse una a otra, se ponen en contacto y se presionan una hacia otra con una fuerza de recalco (F) axial. Durante ello, las piezas de trabajo (2, 3) se unen por soldadura en sus bordes de pieza de trabajo (19, 20) formando entre sí una zona de junta (5) anular representada en la figura 2. Durante el recalco, la masa fundida queda desplazada hacia fuera formando un reborde (6) representado en la figura 2. Durante ello, posibles impurezas de material, por ejemplo óxidos, son arrastrados en la masa fundida y desplazados hacia fuera de la zona de junta o de cordón (5). El reborde (6) también puede separarse más tarde. En la zona de junta o de cordón (5) las piezas de trabajo (2, 3) quedan unidas por soldadura.

El equipo de soldadura (1) presenta un equipo calentador (13) adicional, con el que las piezas de trabajo (2, 3) conectadas por contacto y recalco pueden calentarse adicionalmente. El calentamiento puede comenzar durante el contacto y el recalco y durar un tiempo después. Alternativamente, el calentamiento puede comenzar con un desfase de tiempo después del recalco. Mediante el calentamiento adicional se puede influir en el comportamiento térmico, especialmente el comportamiento de enfriamiento de las piezas de trabajo (2, 3) unidas. Esto puede realizarse mediante un control de tiempo y de temperatura del equipo calentador (13). Durante el calentamiento se puede mantener y controlar o regular la fuerza (F) axial ejercida sobre las piezas de trabajo (2, 3) por el equipo de avance (11). Durante ello, se pueden controlar o regular también la reducción de longitud de pieza de trabajo y la precisión dimensional en el sentido de recalco.

El equipo calentador (13) puede estar realizado de manera discrecional adecuada. En el ejemplo de realización representado y preferible está realizado como fuente de corriente (14) eléctrica adicional, conectada de forma electroconductor a las piezas de trabajo (2, 3). La fuente de corriente (14) eléctrica adicional forma una llamada fuente de corriente de calentamiento. La influencia del comportamiento de enfriamiento de las piezas de trabajo (2, 3) unidas puede realizarse mediante el control del tiempo, de la corriente y, dado el caso, de la frecuencia de la fuente de corriente (14) eléctrica adicional.

La fuente de corriente (14) adicional igualmente puede estar realizada como fuente de corriente continua, emitiendo por ejemplo una corriente continua pulsada de potencia controlable o regulable por modulación de duración de impulsos o modulación de frecuencia de impulsos o de otra manera. Preferentemente, se emplea una fuente de corriente continua de frecuencia media que presenta por ejemplo un intervalo de frecuencias de aprox. 500 a 1.000 Hz para la corriente continua pulsada. Puede estar dispuesta y conectada paralelamente a la fuente de corriente (12) para el arco voltaico (4), de la manera representada en la figura 1. Las dos fuentes de corriente (12, 14) tienen preferentemente la misma polarización. Mediante la fuente de corriente (14) adicional, según la figura 2 se conduce una corriente (S) a través de las piezas de trabajo (2, 3) unidas entre sí en la zona de junta (5).

En una variante, es posible emplear para el calentamiento una fuente de corriente (14) con corriente alterna, y a través de elementos de conmutación, la fuente de corriente de soldadura (12) para el arco voltaico se separa del proceso y se conecta la fuente de corriente (14).

En la zona de junta (5), las piezas de trabajo (2, 3) o sus zonas marginales (19, 20) tienen después del calentamiento por arco voltaico una temperatura elevada, lo que conduce a un aumento de la resistencia eléctrica y a un calentamiento por corriente de la zona de junta (5). Además, las piezas de trabajo (2, 3) pueden presentar diferentes termoconductividades o diferentes resistencias eléctricas y, por tanto, también pueden calentarse de manera distinta por la corriente (S) fuera de la zona de junta (5).

La fuente de corriente (14) adicional igualmente es parte integrante del equipo de soldadura (1) y preferentemente igualmente está dispuesta en el bastidor de máquina (7). Las fuentes de corriente (12, 14) pueden estar realizadas como fuentes de corriente separadas y conectadas de manera adecuada, especialmente en paralelo.

Alternativamente, pueden estar combinadas formando una fuente de corriente común con una concepción y conexiones correspondientes.

5 El equipo de soldadura (1) presenta un control (15), preferentemente como control común para los diferentes componentes del equipo de soldadura (1). La fuente de corriente (12) y el equipo calentador (13), especialmente la fuente de corriente (14) respectivamente pueden controlarse y, dado el caso, regularse. Preferentemente, están conectados al control (15) común.

El equipo de avance (11) igualmente puede controlarse y preferentemente regularse. Se pueden controlar o regular el recorrido de avance y/o la fuerza (F). El equipo de avance (11) igualmente puede estar conectado al control (15) común.

10 El equipo de soldadura (1) además puede presentar un equipo de medición (16). Este igualmente puede estar conectado al control (15). El equipo de medición (16) puede presentar uno o varios elementos de medición.

15 Un elemento de medición puede ser por ejemplo un odómetro (17) representado en la figura 1 con el que se mide el recorrido axial del elemento de sujeción (9) conectado al equipo de avance (11). Alternativamente o adicionalmente, se puede medir el recorrido axial de la pieza de trabajo (3) movida. Si la otra pieza de trabajo (2) igualmente está sujeta por un elemento de sujeción (8) móvil, puede medirse también este recorrido. Además, se puede registrar con un elemento de medición adecuado la reducción de longitud de pieza de trabajo o la longitud total que se está ajustando de la pieza de trabajo soldada.

20 Además, el equipo de medición (16) puede presentar un medidor de temperatura (18) para el registro directo de la temperatura de pieza de trabajo en la zona de junta (5) y, dado el caso, también en otros puntos de la o de las piezas de trabajo (2, 3). Alternativamente o adicionalmente, la temperatura de pieza de trabajo puede registrarse por vía directa a través de la potencia del equipo calentador (13) adicional. Para ello, por ejemplo en el circuito eléctrico de la fuente de corriente (14) preferible puede emplearse un sensor (21) adecuado, por ejemplo un sensor de corriente. Alternativamente, es posible una regulación directa de R a través de U/I.

25 El control (15) puede ser programable. Puede presentar diferentes programas para soldar diferentes piezas de trabajo (2, 3). También puede contener una base de datos de tecnología.

30 En el proceso de soldadura según la invención, en primer lugar, se funden parcialmente por el arco voltaico (4) impulsado de forma rotativa los bordes de pieza de trabajo (19, 20) situados axialmente a una distancia. El tiempo de acción del arco voltaico (4) puede estar reducido con respecto a los procesos de soldadura conocidos con anterioridad, mencionados en la introducción de la descripción. El tiempo de acción puede estar dimensionado tan grande que en ambos bordes de pieza de trabajo (19, 20) quede formada justo una capa de masa fundida suficientemente espesa. Otro calentamiento más profundo de las zonas de pieza de trabajo adyacentes no es necesario. La formación de masa fundida y el tiempo de acción necesario para ello pueden determinarse mediante un elemento de medición correspondiente del equipo de medición (16) o de forma empírica, mediante experimentos con los emparejamientos de piezas de trabajo.

35 Cuando se han formado capas de masa fundida suficientes, las piezas de trabajo (2, 3) se mueven una hacia otra axialmente, se ponen en contacto con los bordes de pieza de trabajo (19, 20) fundidos y se recalcan con la fuerza (F) axial. Esto puede realizarse mediante el equipo de avance (11) controlado o regulado. Con el equipo de medición (16) se miden el recorrido de avance de la o de las piezas de trabajo (2, 3) movidas y, dado el caso, la reducción de longitud de las piezas de trabajo (2, 3) unidas, por el desplazamiento de masa fundida y la formación de rebordes.

40 Al producirse el contacto entre las piezas de trabajo o poco después se conecta el equipo calentador (13), especialmente la fuente de corriente (14) adicional. La fuente de corriente (12) responsable del arco voltaico (4) puede desconectarse en un momento adecuado. Esto puede producirse por ejemplo al mismo tiempo o a continuación para conseguir un proceso sin interrupción o solapado. También es posible una desconexión anterior. Por la corriente (S) causada por la fuente de corriente (14) se calientan de manera conductiva las piezas de trabajo (2, 3) unidas en la zona de junta (5). Durante ello, se puede mantener la temperatura de pieza de trabajo de allí, dado el caso, también puede incrementarse así como bajarse de manera controlada.

50 El equipo calentador (13), especialmente la fuente de corriente (14), puede controlarse o regularse para conseguir un comportamiento de temperatura deseado, especialmente un comportamiento de enfriamiento, de las piezas de trabajo (2, 3) juntas. En la fuente de corriente (14) se controlan o se regulan la duración y la intensidad de corriente de la corriente continua.

55 La formación estructural de piezas de trabajo metálicas, especialmente en la zona de junta (5) depende por una parte de la temperatura de partida y, por otra parte, de la velocidad de enfriamiento. El comportamiento de enfriamiento y la formación estructural correspondiente están registrados en llamados diagramas de tiempo-temperatura (diagramas ZTU). Mediante un enfriamiento controlado o regulado, especialmente una velocidad de enfriamiento ralentizada, pueden ajustarse las formaciones estructurales deseadas en la zona de junta (5) y, dado el caso, también en zonas de pieza de trabajo adyacentes. En materiales ferrosos puede provocarse por ejemplo una formación de perlita para mejorar la tenacidad y la ductilidad. Por otra parte, en materiales ferrosos se pueden

evitar endurecimientos y fragilidades no deseados, provocados en el estado de la técnica por ejemplo por un enfriamiento demasiado rápido. También en metales no ferrosos se puede influir de la manera deseada en la formación estructural, por ejemplo a través de segregaciones de fases o similares.

- 5 El comportamiento de temperatura o de enfriamiento puede controlarse según especificaciones determinadas empíricamente. Por otra parte, también es posible una regulación, por ejemplo, a través del registro de temperatura directo, mencionado anteriormente, en la zona de soldadura y de junta (5) por medio de elementos de medición (18, 21). El control o la regulación pueden realizarse con la ayuda de programas predeterminados en el control (15). Un control o una regulación pueden referirse al tiempo, especialmente a la duración y/o la energía aportada del calentamiento adicional, especialmente la potencia eléctrica y/o la intensidad de corriente.
- 10 Durante el calentamiento adicional puede mantenerse la fuerza (F) y controlarse o regularse durante ello. Durante ello, también puede producirse una aproximación adicional de las piezas de trabajo (2, 3) y una reducción de longitud correspondiente de las piezas de trabajo, que se registran con el equipo de medición (16). La fuerza (F) puede controlarse o regularse después del recorrido registrado, para ajustar una longitud total deseada en el sentido de recalcado (22) de la pieza de trabajo soldada.
- 15 Con el equipo calentador (13), especialmente la fuente de corriente (14), además, la temperatura en la zona de junta (5) puede mantenerse tan alta y, dado el caso, temporalmente tan constante, que son posibles la reducción de longitud adicional de las piezas de trabajo, mencionada anteriormente, y un flujo del o de los materiales en la zona de junta (5) bajo la fuerza (F). La tensión de presión generada con la fuerza (F) es superior a la tensión de flujo de los materiales en la zona de junta (5). Con el equipo calentador (13), especialmente la fuente de corriente (14), pueden realizarse también perfiles de temperatura o de calor con calentamiento y enfriamiento, dado el caso, alternando de manera múltiple.

25 Variantes de las formas de realización representadas y descritas son posibles de diversas maneras. Con el equipo de soldadura (1) y el procedimiento de soldadura, con una realización adecuada, pueden soldarse entre sí más de dos piezas de trabajo. El equipo de soldadura (1) especialmente puede estar realizado como llamada máquina de soldadura de doble cabezal en la que una pieza de trabajo central se sujeta en un elemento de sujeción, dado el caso deslizable, y se une por soldadura, por ambos lados frontales axiales, respectivamente a piezas de trabajo contiguas, en el sentido del eje (22). La fuente de corriente (12), el equipo impulsor (10) y el equipo calentador (13), especialmente la fuente de corriente (14) correspondientemente pueden estar presentes de forma múltiple. Además, son posibles soldaduras de piezas de trabajo orientadas transversalmente u oblicuamente unas respecto a otras.

30 En la forma de realización representada de las figuras 1 y 2, el eje de movimiento y de recalcado (22) está orientado horizontalmente. Alternativamente, con una realización correspondiente de la máquina, por ejemplo, según el documento WO2009/130131A1, puede estar orientado verticalmente u oblicuamente.

35 Para la preparación de las zonas de pieza de trabajo que han de ser soldadas, en la forma de realización representada y en las demás variantes mencionadas puede existir un equipo de torneado para refrentar o aplanar o alinear con arranque de virutas o de otra manera los bordes de pieza de trabajo (19, 20).

Además, las características de los ejemplos de realización descritos anteriormente y sus variantes pueden combinarse, especialmente también intercambiarse, entre sí a discreción.

Lista de signos de referencia

- 40 1 Equipo de soldadura
2 Pieza de trabajo
3 Pieza de trabajo
4 Arco voltaico
5 Zona de junta
6 Reborde
- 45 7 Bastidor de máquina
8 Elemento de sujeción
9 Elemento de sujeción
10 Equipo impulsor para el arco voltaico
11 Equipo de avance
- 50 12 Fuente de corriente para el arco voltaico
13 Equipo de calentamiento
14 Fuente de corriente para el calentamiento conductivo
15 Control
- 55 16 Equipo de medición
17 Elemento de medición, odómetro
18 Elemento de medición, medidor de temperatura
19 Borde de pieza de trabajo
20 Borde de pieza de trabajo
21 Elemento de medición, sensor de corriente

22 Eje, eje de recalcado, sentido de recalcado

F Fuerza, fuerza de recalcado

S Corriente

REIVINDICACIONES

1. Equipo de soldadura para soldar piezas de trabajo (2, 3) con un arco voltaico (4) movido de forma rotativa, especialmente movido de forma magnética, presentando el equipo de soldadura (1) un equipo de avance (11) para una pieza de trabajo (2, 3) y una fuente de corriente (12) así como un equipo propulsor (10) para el arco voltaico (4),
 5 **caracterizado porque** el equipo de soldadura (1) presenta un equipo calentador (13) adicional para el calentamiento de las piezas de trabajo (2, 3) unidas, en su zona de junta (5), estando realizado el equipo calentador (13) como fuente de corriente (14) adicional que puede conectarse de forma electroconductor a las piezas de trabajo (2, 3), de tal forma que la fuente de corriente (14) calienta adicionalmente de forma conductiva las piezas de trabajo (2, 3) unidas, en su zona de junta (5), mediante un flujo de corriente eléctrica, pudiendo controlarse o regularse la fuente de corriente (14) para conseguir un comportamiento de temperatura, especialmente un comportamiento de enfriamiento, deseado de las piezas de trabajo (2, 3) juntas.
 10
2. Equipo de soldadura según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la fuente de corriente (14) adicional está realizada como fuente de corriente continua, especialmente como fuente de corriente continua de frecuencia media.
3. Equipo de soldadura según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** las fuentes de corriente (12, 14) están conectadas en paralelo.
 15
4. Equipo de soldadura según las reivindicaciones 1, 2 o 3, **caracterizado porque** el equipo de soldadura (1) presenta un equipo de medición (16) para al menos una magnitud relevante para el proceso, especialmente para el recorrido de avance, la reducción de longitud de pieza de trabajo, la potencia de calentamiento y/o la temperatura de punto de junta.
5. Equipo de soldadura según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el equipo de soldadura (1) está controlado de tal forma que las piezas de trabajo (2, 3) se funden en sus bordes de pieza de trabajo (19, 20) contiguos con el arco voltaico (4) movido, después son puestas en contacto bajo presión, se unen y durante ello se calientan de forma controlada o regulada en la zona de junta (5) con la fuente de corriente (14) adicional, de tal forma que se ajusta un comportamiento de temperatura predeterminado.
 20
6. Procedimiento para la soldadura de piezas de trabajo (2, 3) con un arco voltaico (4) movido de forma rotativa, especialmente movido de forma magnética, en el que se funden las piezas de trabajo (2, 3) en sus bordes de pieza de trabajo (19, 20) contiguos, situados a una distancia entre sí, con el arco voltaico (4) movido, después se ponen en contacto bajo presión por medio de un equipo de avance (11) y se unen entre sí, **caracterizado porque** las piezas de trabajo (2, 3) unidas se calientan adicionalmente de forma conductiva en su zona de junta (5) mediante un flujo de corriente eléctrica procedente de una fuente de corriente (14) adicional.
 25
 30
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el calentamiento adicional mediante el flujo de corriente eléctrica comienza durante el contacto y el recalcado de las piezas de trabajo (2, 3) y después perdura durante un tiempo.
8. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el calentamiento adicional mediante el flujo de corriente eléctrica comienza después del recalcado y después perdura durante un tiempo.
 35
9. Procedimiento según las reivindicaciones 6, 7 u 8 **caracterizado porque** con un equipo de medición (16) se registra la al menos una magnitud relevante para el proceso, especialmente el recorrido de avance, la reducción de longitud de pieza de trabajo, la potencia de calentamiento y/o la temperatura del punto de junta.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado porque** con el calentamiento adicional mediante el flujo de corriente eléctrica se controla o se regula el comportamiento térmico, especialmente el comportamiento de enfriamiento de las piezas de trabajo (2, 3) unidas.
 40
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado porque** durante el calentamiento adicional mediante el flujo de corriente eléctrica se mantiene la fuerza (F) axial ejercida sobre las piezas de trabajo (2, 3) por el equipo de avance (11).
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 11, **caracterizado porque** con el procedimiento de soldadura se ajusta una característica de material deseada, especialmente una realización estructural deseada, de las piezas de trabajo (2, 3) unidas y/o una formación de reborde deseada y/o una reducción de longitud de la pieza de trabajo durante el recalcado y, dado el caso, la longitud total de la pieza de trabajo soldada.
 45
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 12, **caracterizado porque** el aporte de la energía necesaria para la soldadura se distribuye entre el aporte de energía del arco voltaico y del calentamiento adicional mediante el flujo de corriente eléctrica.
 50
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 13, **caracterizado porque** las piezas de trabajo (2, 3) se sueldan con grandes diferencias en cuanto al grosor de pared y/o al material.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 14, **caracterizado porque** se sueldan piezas de trabajo (2, 3) electroconductoras.

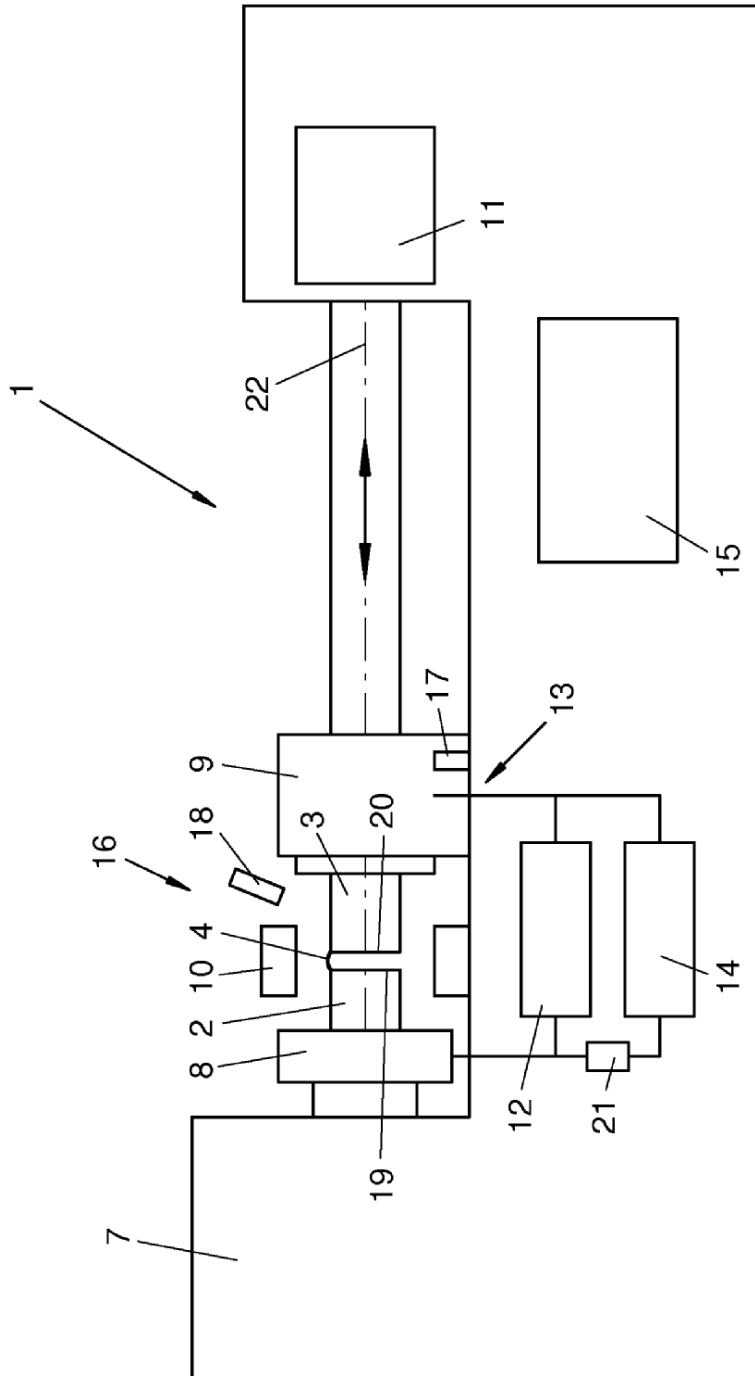


Fig. 1

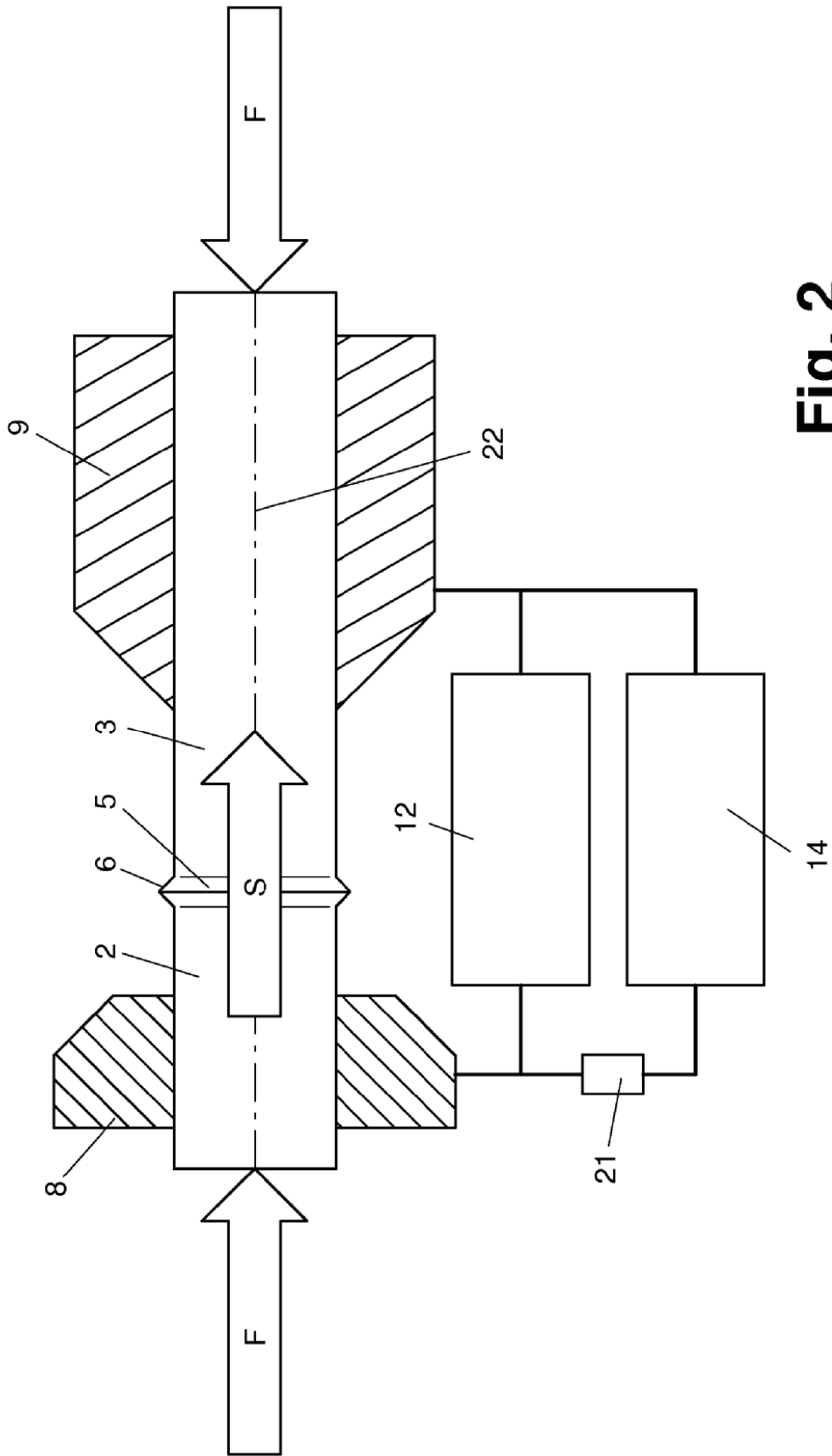


Fig. 2