

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 649**

51 Int. Cl.:

B23K 9/09 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06704708 .4**

96 Fecha de presentación: **21.02.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1850998**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.11.2007**

54 Título: **Procedimiento para el control y/o regulación de un equipo de soldadura, y equipo de soldadura**

30 Prioridad:

25.02.2005 AT 3292005

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

12.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

12.12.2012

73 Titular/es:

**FRONIUS INTERNATIONAL GMBH (100.0%)
VORCHDORFER STRASSE 40
4363 PETTENBACH, AT**

72 Inventor/es:

**ARTELSMAIR, JOSEF y
BART, GERALD**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 392 649 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el control y/o la regulación de un equipo de soldadura, y equipo de soldadura

La invención se refiere a un procedimiento para el control y/o la regulación de un equipo de soldadura o de una fuente de corriente de soldadura según el preámbulo de la reivindicación 1.

- 5 Un procedimiento de esta clase se da a conocer en el documento US 5 726 419 A. La invención se refiere además a un equipo de soldadura conforme al preámbulo de la reivindicación 17.

10 Por el documento EP 1 384 546 A2 se conoce un procedimiento para el control de la fuente de corriente de soldadura en el que la forma de la onda de la corriente de soldadura presenta por lo menos un componente de arco eléctrico ARC y un componente de cortocircuito. Durante el proceso de soldadura se reinicia una fase de cortocircuito desplazando hacia adelante el hilo de soldadura hasta hacer contacto con la pieza, y se inicia una fase de arco eléctrico retirando el hilo de soldadura. El componente de cortocircuito de la corriente de soldadura se aplica durante la fase de cortocircuito, antes de que el hilo de soldadura se retire de la pieza para formar un arco eléctrico. El componente de cortocircuito presenta el máximo de intensidad de corriente en un periodo de la corriente de soldadura, de modo que en la fase de cortocircuito pasa una intensidad de corriente elevada a través del hilo de soldadura y de la pieza. El componente ARC de magnitud menor de la corriente de soldadura se aplica durante la retirada del electrodo, formando el arco eléctrico. Por este motivo, la forma de la onda de la corriente de soldadura está coordinada con el movimiento de retroceso del hilo de soldadura, presentando la forma de onda de la corriente de soldadura varias fases diferentes.

20 El inconveniente de esto es que, si bien en el documento se relacionan todos los procedimientos de soldadura posibles, sin embargo no se trata en modo alguno sobre la forma en que estos procedimientos de soldadura se pueden aplicar con relación al movimiento del hilo de soldadura.

Una fuente de corriente de soldadura que forma parte del estado de la técnica se conoce además por el documento EP 1 384 547 A2. Un procedimiento y un dispositivo para el transporte del hilo de soldadura se conocen por el documento EP 1 384 548 A1. Un dispositivo de transporte del hilo se conoce por el documento EP 1 384 549 A2.

25 En los procedimientos y dispositivos conocidos por el estado de la técnica ha resultado inconveniente que el control o la regulación de la aportación de calor al proceso de soldadura solamente es posible dentro de un volumen limitado. Se produce una aportación de calor considerable en la zona del punto de soldadura de la pieza ya que la corriente de soldadura hay que mantenerla en todo el momento del proceso de soldadura en un determinado nivel para que no se rompa el arco eléctrico. Mediante la intensidad de corriente aplicada se calienta la pieza intensamente en el ámbito del punto de soldadura, lo cual repercute negativamente en la unión soldada, especialmente durante la fase de cortocircuito, ya que en esta fase está aplicado el componente de cortocircuito de la corriente de soldadura, de una magnitud superior. Las posibilidades de controlar la aportación de calor, en particular de la reducción de calor durante un proceso de soldadura son por lo tanto limitadas en el procedimiento conocido. De ahí resulta el inconveniente de que por ejemplo chapas delgadas con un espesor del orden de 2 mm o de décimas de mm y/o piezas de bajo punto de fusión, tales como por ejemplo aleaciones de aluminio, solamente se pueden soldar deficientemente o incluso no se pueden soldar en absoluto.

40 El objetivo de la presente invención consiste en crear un procedimiento para el control y/o la regulación del proceso de soldadura o de una fuente de corriente de soldadura, que permita unas posibilidades más diversas de control de la aportación de calor a la pieza o de la aportación de material de aportación, y mediante el cual se puede ampliar el campo de aplicación del proceso de soldadura o de un equipo de soldadura y se puede realizar el proceso de soldadura con mayor flexibilidad. En particular se trata de reducir la energía térmica que se produce en el equipo de soldadura.

45 Otro objetivo consiste en la creación de un equipo de soldadura antes citado, mediante el cual se pueda ampliar la aportación de calor a la pieza o la aportación de material de aportación de un modo más flexible y poder ampliar de este modo el campo de aplicación.

50 El objetivo conforme a la invención se resuelve en cuanto al procedimiento porque durante al menos algunas de las fases de cortocircuito del proceso de soldadura se ajustan la pluralidad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U a un valor definido, de modo que se impide que el hilo de soldadura se funda o se corte un puente de cortocircuito, pero resulta imposible volver a cebar con seguridad el arco eléctrico al levantar el hilo de soldadura de la pieza, para lo cual al final de la fase de cortocircuito o al comienzo de la fase de arco eléctrico, el arco eléctrico se puede mantener únicamente debido a la intensidad de corriente de soldadura I y/o a la tensión de soldadura U, sin recurrir a fuentes de tensión auxiliares. Lo ventajoso es en este caso que mediante el cambio de polaridad de la intensidad de corriente de soldadura I, en particular estando la intensidad de corriente de soldadura mantenida en un mismo valor, se puede controlar la aportación de calor a la pieza que se trata de soldar y/o la cantidad de material de aportación que se ha de aportar en el baño de metal fundido. En particular se puede reducir a un mínimo según necesidad la aportación de calor de modo que se puedan soldar también piezas de reducido espesor de pared, por ejemplo chapas delgadas y/o de materiales o aleaciones metálicas de bajo punto de fusión, por ejemplo aluminio. Esto es posible gracias al puente del material de aportación realizado con la pieza

5 esencialmente sin intensidad, que tiene lugar en el momento del cambio de polaridad de la corriente. Otra ventaja consiste en que el cambio de pluralidad de corriente está coordinado con el movimiento del hilo de soldadura. Durante la fase de cortocircuito, es decir cuando el hilo de soldadura hace contacto con la pieza, se invierte la polaridad de la presente soldadura, con lo cual no se requiere ninguna fuente de tensión auxiliar adicional para cebar el nuevo arco eléctrico, tal como sería necesario durante el proceso del cambio de polaridad durante una fase de encendido del marco eléctrico. Esto es posible gracias a que durante el cortocircuito no existe ninguna columna de gas de protección que se tenga que ionizar, es decir ningún arco eléctrico, cuando ese arco eléctrico se ceba al retirar el hilo de soldadura debido a la intensidad de corriente de soldadura ajustada o limitada a una magnitud definida gracias a la forma de onda especial de la intensidad de corriente de soldadura o a la tensión de soldadura.

10 Al desaparecer la fuente de tensión auxiliar resulta posible realizar una estructura económica y sencilla del equipo de soldadura.

15 Gracias a la medida según la reivindicación 2 se consigue una formación segura de la gota por fusión del hilo de soldadura. También se puede determinar el volumen de fusión del material de aportación, es decir el tamaño de la gota, de forma ventajosa según necesidad por medio de la intensidad de corriente aplicada durante la fase del arco eléctrico.

También es ventajosa la medida según la reivindicación 3, ya que con ello también se puede influir en la cantidad de material de aportación para la formación de la gota. Por ejemplo, en el caso de intensidad es de corrientes elevadas se forma durante la fase de cortocircuito y en la subsiguiente fase del arco eléctrico una gota fundida fluida de mayor tamaño a igualdad de intensidad de corriente del arco eléctrico, con lo cual se puede aportar al baño de metal fundido una cantidad mayor de material de aportación durante la subsiguiente fase de cortocircuito. Este efecto aparece de forma especialmente intensa en el caso de materiales de aportación de elevada resistencia específica.

20

Mediante la medida según la reivindicación 4 resulta posible que se produzca un desprendimiento seguro de la gota debido al contacto directo de la pieza al mismo tiempo una intensidad de corriente de soldadura escasa o nula aplicada, y con ello se evita la formación de salpicaduras.

25 También son ventajosas las medidas según las reivindicaciones 5 y 6 ya que con estas se puede modificar o controlar la aportación del calor y/o la cantidad de material de aportación aportado en forma diversa, con lo cual el proceso de soldadura se puede emplear para las uniones soldadas más diversas y para las combinaciones de material y espesores de material más diversos.

30 La forma de proceder según las características de la reivindicación 7 es ventajosa ya que forma de onda de corriente de soldadura recurrente periódicamente requiere menos gasto de técnica de control y el proceso de soldadura en muchos casos permite realizar una unión soldada con una calidad que se mantiene de un modo uniforme.

35 La medida según la reivindicación 8 es ventajosa ya que mediante el cambio de polaridad regular de la corriente de soldadura se flexibiliza adicionalmente la regulación del proceso de soldadura y se puede mejorar la capacidad de adaptación del proceso de soldadura en el caso de magnitudes de interferencia o efectos del exterior del proceso de soldadura que aparezcan solo de forma aleatoria o a ratos. Por ejemplo el dispositivo de control puede determinar según necesidad el cambio de polaridad de la corriente de soldadura, si no se mantienen los valores de consigna determinados para el proceso de soldadura.

Gracias a la medida descrita en la reivindicación 9 se logra de forma ventajosa una parametrización automática e individual del proceso de soldadura.

40 Pero también son ventajosas las medidas de la reivindicación 10, ya que mediante ellas se efectúa un ajuste automático de la forma de la onda de la corriente de soldadura en función de un ajuste establecido manualmente por el usuario, y por lo tanto queda asegurado el manejo sencillo del equipo de soldadura o se incrementa considerablemente la facilidad de manejo.

45 Las medidas según la reivindicación 11 son ventajosas ya que mediante ellas resulta también posible el control exterior del cambio de polaridad de la corriente de soldadura.

50 Pero también son ventajosas las medidas de la reivindicación 12, ya que mediante ellas se pueden ajustar o establecer por el dispositivo de control unos valores de consigna para las distintas polaridades para la velocidad de avance del hilo y para los parámetros del proceso determinados por ésta, tales como por ejemplo la velocidad de fusión del material de aportación, con lo cual se pueden conseguir una mejora esencial de la estabilidad del proceso y se puede realizar el proceso de soldadura de forma más variable.

55 Pero también son ventajosas las medidas según las reivindicaciones 12 y 13 ya que mediante estas resulta posible efectuar el cambio de polaridad del flujo de corriente también durante la fase de arco eléctrico, con lo cual puede efectuarse una adaptación aun mejor de los parámetros respecto al problema de soldadura. El proceso de soldadura se puede optimizar por lo tanto con mayor precisión para diferentes casos de aplicación.

Las medidas según la reivindicación 15 y 16 son ventajosas ya que mediante ellas se consigue unas posibilidades mejoradas de puentear el intersticio de soldadura y/o una mejor penetración, con lo cual se pueden compensar en particular tolerancias en las piezas que se trata de soldar.

5 El objetivo planteado por la invención se resuelve también mediante un equipo de soldadura antes citado, donde por lo menos durante algunas de las fases de cortocircuito del proceso de soldadura se ajusta la polaridad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U a un valor definido, de modo que no se produzca el corte por fusión del hilo de soldadura o de un puente de cortocircuito, pero sí resulte posible volver a cebar con seguridad el arco eléctrico al retirar el hilo de soldadura de la pieza, para lo cual al final de la fase de cortocircuito o al principio de la fase de arco eléctrico se vuelve a cebar el arco eléctrico únicamente por medio de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U, sin recurrir a fuentes de tensión auxiliares. En este caso es ventajoso que gracias al medio de control realizado en la forma descrita se puede ajustar la aportación de energía térmica o de material de soldadura, y de forma muy individual dependiendo del caso de soldadura presente. Otras ventajas relativas al cambio de polaridad de la corriente de soldadura dependiente del ajuste se pueden deducir de la descripción anterior y de la siguiente.

En las reivindicaciones 18 a 20 se describen realizaciones ventajosas de un equipo de soldadura mediante los cuales se pueden mejorar en su conjunto un proceso de soldadura y se puede realizar la disposición del equipo de soldadura de forma sencilla y fácil para el mantenimiento, por ejemplo mediante la posibilidad de realizar actualizaciones de software.

20 La presente invención se describe con mayor detalle sirviéndose de los dibujos esquemáticos que se acompañan. Estos muestran:

la fig. 1 una representación esquemática de una máquina de soldadura o de un equipo de soldadura,

25 la fig. 2 las variaciones en el tiempo de la tensión y de la intensidad de corriente de soldadura así como un diagrama de movimiento del hilo de soldadura durante un ejemplo de un proceso de soldadura conforme a la invención.

la fig. 3 la variación en el tiempo de la intensidad de corriente de soldadura así como del diagrama de movimiento para el hilo de soldadura durante un segundo ejemplo de un proceso de soldadura conforme a la invención;

30 la fig. 4 la variación en el tiempo de la intensidad de corriente de soldadura y el diagrama de movimiento para el hilo de soldadura durante un tercer ejemplo de un proceso de soldadura conforme a la invención;

la fig. 5 la variación en el tiempo de la intensidad de corriente de soldadura y el diagrama de movimiento para el hilo de soldadura durante un cuarto ejemplo de un proceso de soldadura conforme a la invención;

35 la fig. 6 la variación en el tiempo de la intensidad de corriente de soldadura, el diagrama de movimiento para el hilo de soldadura y la variación en el tiempo esquematizada de una señal de control de la velocidad de avance del hilo de soldadura mediante un quinto ejemplo de un proceso de soldadura conforme a la invención.

40 En la fig. 1 está representado un equipo de soldadura 1 con una instalación de soldadura para los procesos o procedimientos más diversos con el electrodo de soldadura que se va fundiendo, en particular un hilo de soldadura o material de aportación como por ejemplo la soldadura MIG/MAG o el procedimiento de soldadura mediante electrodos, procedimiento de soldadura en tándem/de doble hilo, o un procedimiento de soldadura blanda, etc.

45 El equipo de soldadura 1 comprende una fuente de corriente 2 con una sección de potencia 3, un dispositivo de control 4 y un elemento de conmutación 5 correspondiente a la sección de potencia 3 o al dispositivo de control 4. El elemento de conmutación 5 o el dispositivo de control 4 están unidos a una válvula de control 6 que está situada en una conducción de alimentación 7 para un gas 8, en particular un gas de protección tal como por ejemplo CO₂, helio o argón o similares, entre un acumulador de gas 9 y un soplete de soldadura 10 o un quemador.

50 Por medio del dispositivo de control 4 se puede controlar también el equipo de avance del hilo 11, tal como es usual especialmente para la soldadura MIG/MAG, conduciéndose a través de una conducción de alimentación 12 un material de aportación o un hilo de soldadura 13 desde un tambor de reserva 14 o un rollo de hilo, a la zona del soplete de soldadura 10. Naturalmente existe la posibilidad de que el equipo de avance del hilo 11 esté integrado en el equipo de soldadura, tal como se conoce por el estado de la técnica, especialmente en la carcasa base y no esté realizado como equipo adicional tal como está representado en la fig. 1

55 También existe la posibilidad de que el equipo de avance del hilo 11 conduzca el hilo de soldadura 13 o el material de aportación al punto de proceso, fuera del soplete de soldadura 10. El equipo de avance del hilo 11 puede presentar además diversas unidades de funcionamiento, pudiendo estar situada una unidad de accionamiento por ejemplo en una zona de la salida del hilo de soldadura, en particular en el soplete de soldadura 10 o en el punto de

soldadura de la pieza, y otra unidad de accionamiento puede estar situada en la zona del tambor de reserva 14. Entre las unidades de accionamiento puede estar dispuesto un almacén intermedio que aloje eventualmente un tramo de longitud variable del hilo de soldadura 13, especialmente durante el transporte de retroceso del hilo de soldadura 13 que se ha de realizar.

5 La corriente de soldadura para establecer un arco eléctrico 15, en particular un arco eléctrico de trabajo, entre el electrodo y una pieza 16 se conduce a través de una conducción de soldadura 17 desde la sección de potencia 3 de la fuente de corriente 2 al soplete 10, en particular al electrodo, estando la pieza 16 que se trata de soldar, que en particular está formada por varias partes, también unida por medio de otra conducción de soldadura 18 con el equipo de soldadura 1, en particular con la fuente de corriente 2, y por lo tanto se puede establecer a través del arco eléctrico 15 o del circuito de corriente para el proceso de soldadura.

10 Para refrigerar el soplete de soldadura 10 se puede unir el soplete de soldadura 10 a través de un circuito de refrigeración 19, estando intercalado un controlador de flujo 20, con un depósito de líquido, en particular con un depósito de agua 21, con lo cual al poner en servicio el soplete de soldadura 10 se pone en marcha el circuito de refrigeración 19, en particular una bomba de líquido empleada para el líquido situado en el depósito de agua 21, y de este modo se puede provocar la refrigeración del soplete de soldadura 10.

15 El equipo de soldadura 1 puede incluir además un dispositivo de entrada y/o salida 22 a través del cual se pueden ajustar o recuperar los parámetros de soldadura más diversos, las modalidades de trabajo o programas de soldadura del equipo de soldadura 1. A través del dispositivo de entrada y/o salida 22 se transmiten para ello los parámetros de soldadura, modalidades de trabajo o programas de soldadura que estén ajustados, al dispositivo de control 4 y desde este se activan a continuación los distintos componentes de la instalación de soldadura o del equipo de soldadura 1 o se especifican los correspondientes valores de consigna para la regulación o control.

20 En el ejemplo de realización representado, el soplete de soldadura 10 está unido a través de un paquete de mangueras 23 con el equipo de soldadura 1 o instalación de soldadura. En el paquete de mangueras 23 están dispuestas las distintas conducciones desde el equipo de soldadura 1 al soplete de soldadura 10. El paquete de mangueras 23 se une con el soplete de soldadura 10 por medio de un dispositivo de acoplamiento 24, mientras que las distintas conducciones situadas en el paquete de mangueras 23 están unidas con los distintos contactos del equipo de soldadura 1 por medio de tomas de conexión o conexiones de enchufe. Con el fin de asegurar la debida descarga de tracción del paquete de mangueras 23, el paquete de mangueras 23 está unido a una carcasa 26, en particular a la carcasa base del equipo de soldadura 1, por medio de un dispositivo de descarga de tracción 25.

25 Naturalmente existe también la posibilidad de que el equipo de acoplamiento 24 se pueda emplear también para efectuar la conexión en el equipo de soldadura 1.

30 Por principio hay que mencionar que para los diversos procedimientos de soldadura o equipos de soldadura 1, tales como por ejemplo los equipos MIG/MAG, no es necesario emplear o utilizar todos los componentes antes citados. Por ejemplo existe también la posibilidad de que el soplete de soldadura 10 se realice como soplete de soldadura 10 refrigerado por aire.

35 En la fig. 2 está representado esquemáticamente un ejemplo de realización de un proceso de soldadura conforme a la invención sirviéndose de los diagramas 27 a 29. El diagrama 27 muestra la variación en el tiempo de la tensión de soldadura U, el diagrama 28 la variación en el tiempo de la intensidad de corriente de soldadura I, y el diagrama 29 los movimientos o posiciones del extremo del lado de salida del hilo de soldadura 13 con relación a la pieza 16. Los trazados muestran un procedimiento para el control y/o la regulación del equipo de soldadura 1 o de la fuente de corriente de soldadura 2, con un electrodo o hilo de soldadura 13 que se va fundiendo. La fusión de la pieza 16 y del hilo de soldadura 13 tiene lugar a través de la columna de plasma ionizada del arco eléctrico 15 que se establece entre el hilo de soldadura 13 y el polo eléctrico opuesto en la pieza 16.

40 El cebado del arco eléctrico 15 puede tener lugar por medio de un procedimiento cualquiera, por ejemplo a modo del principio Lift-Arc conocido por el estado de la técnica, en el que durante una fase de cebado 31 se aplica al hilo de soldadura 13 una tensión de vacío, después se avanza el hilo de soldadura 13 hasta establecer contacto con la pieza 16, a continuación de lo cual se interrumpe el cortocircuito que se había formado durante una fase de cortocircuito, invirtiendo para ello el sentido de avance del hilo de soldadura 13, y a lo largo del trayecto de retroceso del hilo de soldadura 13 se establece un arco eléctrico hasta que tenga lugar una nueva inversión del sentido de avance del hilo, de modo que el hilo de soldadura 13 se vuelve a desplazar en sentido hacia la pieza 16. Durante la fase de cebado 31, la intensidad de corriente I está limitada en uno o varios escalones de tal modo que no pueda tener lugar la fusión del hilo de soldadura 13. En otra posible variante de realización, el primer cebado del arco eléctrico 15 puede tener lugar a través de una señal de tensión de alta frecuencia, lo que es llamado cebado de alta frecuencia.

45 Después de cebar el arco eléctrico 15 puede realizarse antes del proceso de soldadura propiamente dicho también una primera fase de proceso 31b de corta duración, de superior aportación de energía a lo largo de un periodo de tiempo definido, y a continuación realizar el proceso de soldadura mediante unas fases recurrentes cíclicas del proceso de soldadura. Mediante esta breve fase de proceso 31b de alta aportación de energía se crea una estabilización del arco eléctrico 15. Además se calienta el hilo de soldadura 13 debido al proceso de cebado, y de

este modo el subsiguiente proceso de soldadura puede comenzar con el hilo de soldadura 13 precalentado, con lo cual se mejora considerablemente la calidad de la soldadura.

Después de la fase de cebado 31 o de la fase de proceso 31b, tiene lugar el proceso de soldadura propiamente dicho, realizándose de acuerdo con la invención un proceso de soldadura de transferencia de metal en frío (CMT).

5 En el proceso CMT se avanza el hilo de soldadura 13 en sentido hacia la pieza 16 hasta hacer contacto con la pieza 16, a continuación de lo cual después de formarse un cortocircuito en el momento 32, se inicia la fase de cortocircuito 33 durante la cual se invierte el sentido de avance del hilo. Durante la fase de cortocircuito 33 se desplaza el hilo de soldadura en una distancia definida 34 y/o durante un periodo de tiempo definido 33, alejándolo de la pieza hasta abrir el cortocircuito, es decir hasta la formación del arco eléctrico 15, después de lo cual en el
10 momento 35 se inicia la fase de proceso designada aquí como fase de arco eléctrico 36. Durante la fase de arco eléctrico 36 tiene lugar la fusión del hilo de soldadura 13, de modo que en el extremo del hilo de soldadura tiene lugar la formación de una gota. El sentido de movimiento del hilo de soldadura 13 se vuelve a invertir en un punto muerto superior 37, después de lo cual se mueve el hilo de soldadura 13 en sentido hacia la pieza 16. La intensidad de corriente de soldadura I y/o la tensión de soldadura U se regula durante la fase de arco eléctrico 36 de tal modo
15 que tenga lugar un inicio de fusión del hilo de soldadura 13, es decir la formación de una gota, pero no el corte por fusión del hilo de soldadura 13.

Durante el proceso de soldadura, el hilo de soldadura 13 realiza un movimiento oscilante. El equipo de avance del hilo 11 realiza esencialmente un ciclo tal que durante la fase de cortocircuito 33 se produce una señal negativa o un transporte de retroceso del hilo de soldadura 13 durante la fase de cortocircuito 33 en la que se establece un arco
20 eléctrico 15, y una señal positiva o un transporte de avance del hilo de soldadura 13 en sentido hacia la pieza 16 durante la fase del arco eléctrico 36, durante la cual tiene lugar el calentamiento o fusión del hilo de soldadura 13 para formar la gota (véase el diagrama 30 en la fig.6) el movimiento cíclico del sentido de movimiento del hilo de soldadura 13 no tiene que estar correlacionado forzosamente con la aparición de la fase del arco eléctrico 36 o de la fase de cortocircuito 33, ya que la fase de arco eléctrico 36 puede tener un lugar mediante una aportación selectiva
25 de energía por medio de la regulación del nivel de intensidad de corriente en el circuito de soldadura, por ejemplo incluso durante el movimiento de retroceso del hilo de soldadura 13. Es decir, incluso existiendo ya el arco eléctrico 15, el hilo de soldadura 13 se puede seguir retirando hasta un momento definido o una distancia definida respecto a la pieza 16. El control del aparato de avance del hilo 11 se efectúa por ejemplo con una frecuencia de oscilación del hilo de soldadura 13, de 30 a 100 Hz, en particular de aproximadamente 50 a 70 Hz.

30 Después de alcanzar el punto muerto 37 tiene lugar un movimiento hacia adelante del hilo de soldadura 13 hasta hacer contacto con la pieza 16, en particular con un baño de metal fundido. Debido a la tensión superficial de la gota que se encuentra en el extremo del hilo de soldadura 13 o de otros efectos físicos conocidos que actúan en la gota líquida, se desprende esta del hilo de soldadura 13 y queda unida a la pieza 16, teniendo lugar esto por la ausencia de movimiento de caída de la gota de forma exenta de salpicaduras de soldadura o de otros fenómenos similares. A
35 continuación se vuelve a iniciar la fase de cortocircuito 33, durante la cual se favorece el desprendimiento de la gota debido al movimiento de retroceso del hilo de soldadura 13. Para ayudar al desprendimiento de la gota puede realizarse un incremento, en particular un incremento a modo de impulso de la intensidad de corriente de soldadura I durante la fase de cortocircuito 33. Mientras dura el proceso CMT van alternando la fase de cortocircuito 33 y la fase de arco eléctrico 36 de forma periódica en el ejemplo de realización mostrado.

40 No se va a tratar aquí de otros detalles más exactos relativos a la técnica del procedimiento del proceso CMT ya que este es conocido por el estado de la técnica para procesos de soldadura con polaridad constante en el hilo de soldadura 13 o en la pieza 16.

De acuerdo con la invención y para ampliar las posibilidades de intervención en el proceso de soldadura se prevé ahora que en todas o en algunas de las fases de cortocircuito 33 tenga lugar una conmutación de la polaridad del
45 flujo de corriente, en particular de la intensidad de corriente I y de la tensión U, para lo cual se ajusta una amplitud definida para la intensidad de corriente U, de modo que se impide que el hilo de soldadura 13 se corte por fusión o se produzca un puente de cortocircuito, pero pueda tener lugar con seguridad el nuevo cebado del arco eléctrico 15 al retirar el hilo de soldadura 13 de la pieza 16.

Tal como se puede ver por la fig. 2, la corriente de soldadura I presenta una forma de onda o una secuencia de
50 impulsos con una polaridad que cambia periódicamente, en la que la polaridad cambia durante el proceso de soldadura normal con cada semiperiodo 40, 41 de la corriente de soldadura I. el tiempo del periodo 40 de la corriente I con polaridad positiva y el tiempo del período 41 de la corriente I con polaridad negativa coinciden esencialmente.

Como alternativa de esto la corriente de soldadura I puede presentar una polaridad que cambie de forma periódica,
55 al menos en determinados tiempos. En este caso los intervalos de tiempo 40, 41 de la corriente I con polaridad positiva y negativa son diferentes a lo largo de un periodo de tiempo determinado, tal como se describirá más adelante con mayor detalle con relación a la fig. 5.

Al rebasar el momento 32, la tensión U o la corriente I se elevan a un primer nivel que asegure el recebado seguro del arco eléctrico 15. Eventualmente se puede establecer este nivel como nivel de trabajo que durante toda la fase de cortocircuito 33 y la fase de arco eléctrico 36 se mantiene constante. Sin embargo, preferentemente un periodo

positivo o negativo o un semiperiodo de la corriente de soldadura I presenta sin embargo un primer componente, la corriente base 38 y por lo menos otro componente, la corriente de trabajo 39, tal como se deduce del diagrama 28. En el ejemplo de realización representado, la corriente base 38 y la corriente de trabajo 39 son constantes. La corriente base 38 o la corriente de trabajo 39 también pueden variar a lo largo del tiempo. En particular la corriente base 38 puede aumentar en el curso del tiempo y/o la corriente de trabajo 39 puede disminuir en el curso del tiempo.

La corriente base 38 es preferentemente relativamente pequeña en comparación con la corriente de trabajo 39, pudiendo ser la corriente de trabajo 39 por ejemplo 1,5 a 10 veces, en particular 4 a 8 veces, mayor que la corriente base 38. La corriente base 38 puede importar por ejemplo de 5 A a 50 A, en particular de aprox. 10 A a 30 A, y la corriente de trabajo 39 por ejemplo de 50 A a 500 A.

De acuerdo con la invención, en el electrodo o en el hilo de soldadura 13 y en la pieza 16 está aplicada al menos temporalmente una polaridad cambiante o cambiada respecto a una primera variedad que a continuación se designa como componente positivo de la corriente de soldadura I y que en las figuras está dibujada como periodo positivo 40, y que en lo sucesivo se designa como componente negativo de la corriente de soldadura I y que en las figuras está dibujada como periodo negativo 41 de la corriente de soldadura I. Este componente negativo de la corriente de soldadura I ofrece una pluralidad de posibilidades de control o de regulación para el proceso de soldadura, al aplicar alternativamente los componentes positivos y negativos de la corriente de soldadura I. El componente negativo de la corriente de soldadura I constituye una magnitud de influencia adicional en el proceso de soldadura, de modo que estableciendo adecuadamente las propiedades y la duración de la aplicación de las polaridades positivas y negativas de la corriente de soldadura I en la pieza 16 y en el electrodo o hilo de soldadura 13 se puede determinar con gran exactitud y de modo específico según la aplicación el balance energético. Este control de la aportación de energía eléctrica se realiza mediante el dispositivo de control 4.

Debido al cambio de polaridad de la corriente de soldadura I en función de la necesidad se reduce considerablemente la temperatura de la influencia térmica en la pieza 16 en comparación con un proceso de soldadura con polaridad constante. Esto se consigue por una parte por el paso del material de aportación en el momento 32, que de modo ideal tiene lugar sin corriente, con lo cual en el momento de desprendimiento de la gota puede tener lugar un enfriamiento de las piezas influenciadas por el calor, en particular del baño de metal fundido y del material de aportación. A diferencia de los procesos CMT conocidos por el estado de la técnica se puede reducir en el presente proceso de soldadura de modo ventajoso la aportación de calor, ya que durante la fase de arco eléctrico 36 de polaridad negativa se lleva a cabo una disminución de la corriente de soldadura I, manteniéndose igual el volumen de fusión. Al reducir la aportación de calor en la pieza 16 se pueden soldar espesores de pared aún más delgados o materiales con temperaturas de fusión más bajas.

Si en el hilo de soldadura 13 está aplicado ahora el polo positivo de la corriente de soldadura I, se calienta el electrodo con mayor intensidad que en el caso de polaridad negativa. Este efecto conocido da lugar a que durante la polaridad positiva del hilo de soldadura se funda en el hilo de soldadura 13 un volumen de material mayor que en el caso de polaridad negativa. A la inversa, durante la polaridad positiva de la pieza 15 se aporta más energía térmica a la zona del punto de soldadura en la pieza 16, con lo cual aumenta la zona de influencia térmica en la pieza o se hace mayor la penetración en la pieza 16 que en el caso de polaridad opuesta. Estos efectos se pueden aprovechar de modo selectivo mediante el procedimiento conforme a la invención, controlando para ello la conmutación de la polaridad según necesidad o según el ajuste de la fuente de corriente 2.

De acuerdo con la variante de realización representada en la fig. 2, sigue a un periodo positivo 40, que contiene una fase de cortocircuito 33 y una fase de arco eléctrico 36, un periodo negativo 41 que también contiene una fase de cortocircuito 33 y una fase de arco eléctrico 36, que van siguiendo periódicamente en este orden.

En una variante ventajosa del procedimiento se modifica la corriente de soldadura I en la fase de arco eléctrico 36, en particular se aumenta, con lo cual se consigue la formación de la gota o el inicio de fusión del hilo de soldadura 13. Para ello se aumenta la intensidad de la corriente de soldadura I durante la fase de arco eléctrico 36, preferentemente desde la corriente base 38 que está aplicada durante la fase de cortocircuito 33, hasta la corriente de trabajo 39 antes mencionada. También se prefiere que antes de la fase de cortocircuito 33 se reduzca la corriente de soldadura I a un valor reducido tal como está representado esquemáticamente o se reduzca a cero para obtener un mínimo de presión del arco eléctrico al irse reduciendo la distancia entre el electrodo o el hilo de soldadura 13 y la pieza 16. De este modo resulta posible obtener una transición sin salpicaduras desde la fase de arco eléctrico 36 a la fase de cortocircuito 33.

La fig. 3 muestra otra variante del procedimiento en el que la corriente de soldadura I se modifica temporalmente durante la fase de cortocircuito I. El diagrama 28 muestra la variación en el tiempo de la corriente de soldadura I, y el diagrama 29, la variación en el tiempo de los movimientos o posiciones del hilo de soldadura 13. En lo sucesivo se renuncia a representar la variación en el tiempo de la tensión de soldadura U ya que esta puede presentar unas formas de onda variables o diferentes, con el fin de que quede asegurado el trazado de las curvas de la corriente de soldadura I representado en el diagrama 29.

La corriente base 38 aplicada durante la fase de cortocircuito 33 se incrementa a partir del momento 32, por ejemplo de forma continua, con lo cual el hilo de soldadura 13 ya se precalienta considerablemente durante la fase de

cortocircuito 33 o se inicia su fusión, según necesidad. La velocidad de fusión del material de aportación se puede incrementar de este modo. Por ejemplo se puede rellenar con material de aportación, y puentear de este modo un intersticio más ancho entre las partes de la pieza 16 que se trata de unir entre sí, lo que resulta especialmente ventajoso para unir dos piezas mediante cordones a tope con una anchura de intersticio grande o irregular.

- 5 El aumento de la intensidad de la corriente de soldadura I durante la fase de cortocircuito 33 puede tener lugar de forma continua (líneas continuas) como por ejemplo según una función de rampa, o de modo escalonado (líneas de trazos).

También se puede fijar en un valor constante predefinido la velocidad de avance del hilo de soldadura 13 durante las diferentes fases de proceso, o se puede reajustar de modo variable. La velocidad de avance puede depender de diversos parámetros de proceso, efectuándose la regulación del aparato de avance del hilo 11, preferentemente de modo automático por medio del dispositivo de control 4. La velocidad de avance del hilo es por ejemplo tanto mayor cuanto mayor sea la corriente de soldadura I durante la fase de cortocircuito 33 o durante la fase de arco eléctrico 36. Al variar la corriente de soldadura U se adapta preferentemente de modo correspondiente la velocidad de avance del hilo, con el fin de que se puedan mantener en la fuente de corriente 2 o en el dispositivo de control 4 los valores de consigna especificados.

En la fig. 4 se muestra otra variante del proceso. Aquí se realiza la conmutación de la polaridad de la corriente de soldadura I solo durante algunas de las fases de cortocircuito 33 de un proceso de soldadura, preferentemente después de un número predeterminado de fases de cortocircuito 33 y de fases de arco eléctrico 36 con la misma polaridad de la corriente de soldadura I. Una fase de cortocircuito 33 y una fase de arco eléctrico 36 forman un periodo 40. Tal como está representado, la corriente de soldadura I mantiene la misma polaridad a lo largo de dos periodos 40 consecutivos, después de lo cual tiene lugar un cambio de polaridad de la corriente de soldadura I. A continuación tiene lugar una nueva conmutación de la polaridad de la corriente de soldadura, nuevamente después de un número predefinido de periodos 40. En el ejemplo de realización el número de periodos positivos 40 y de periodos negativos 41 coincide esencialmente en proporción durante el proceso de soldadura.

En la fig. 5 está representada otra variante del proceso en el que la conmutación de la polaridad de la corriente de soldadura I tiene lugar después de un número de periodos 40 definido por el dispositivo de control 4. En este caso el número de periodos positivos 40 no coincide con el número de periodos negativos 41, predominando durante el proceso de soldadura en proporción por ejemplo los periodos positivos 40. El periodo negativo 41 interviene en el proceso de soldadura por cuanto en el polo negativo en el hilo de soldadura 13 o en la pieza 16 se aporta una cantidad menor de calor y tiene lugar una distribución de la energía térmica en el elemento que está más influenciado. En el balance térmico se puede influir de modo decisivo durante el periodo negativo 41. La forma de onda del periodo negativo 41 se puede corresponder para ello con la inversa del periodo positivo 40, o durante el periodo negativo 41 se altera la corriente de soldadura en cuanto a la forma de la curva y/o en cuanto a la magnitud, en particular siendo menor o mayor que durante el periodo positivo 40. Por ejemplo, a igualdad de velocidad de fusión del hilo de soldadura 13 se puede elegir la corriente de soldadura I con un valor menor, con lo cual debido a la menor corriente de soldadura I se aporta menos energía térmica a la pieza 16.

Es posible establecer el cambio de polaridad de la corriente de soldadura I de forma irregular o según necesidad por medio del dispositivo de control 4. Si por ejemplo aparece un volumen de fusión demasiado grande del hilo de soldadura 13 o si es excesiva la aportación de calor en la pieza 16, el dispositivo de control 4 puede detectar esto mediante los correspondientes sensores en un circuito de regulación, procediéndose a continuación a la conmutación de la polaridad de la corriente de soldadura U para reducir la temperatura.

Otra variante del proceso que no está representada con mayor detalle consiste en que un periodo 40, 41 de la corriente de soldadura I tenga una duración del periodo más corta o más larga respecto al periodo 41, 40 de la otra polaridad. Por ejemplo si la duración del periodo correspondiente al periodo positivo 40 es más corta que la duración del periodo negativo 41. Por lo tanto la energía térmica generada durante el periodo positivo 40 se adapta a la energía térmica generada durante el periodo negativo 41, con lo cual se puede conseguir un volumen de fusión constante en el hilo de soldadura 13, mientras alterna la polaridad de la corriente de soldadura I. Naturalmente existe también la posibilidad de que la corriente de soldadura I varíe durante el periodo negativo 41 respecto a la corriente I durante el periodo positivo 40, en particular se incremente, de modo que se puedan compensar las oscilaciones de aportación de calor durante las diferentes polaridades de la corriente de soldadura I.

En la fig. 6 está representada otra variante del proceso. En este caso, la polaridad de la corriente de soldadura I se cambia por lo menos dos veces durante un periodo 40, 41. La primera conmutación de la corriente de soldadura I tiene lugar por ejemplo durante la fase de cortocircuito 33, y la segunda conmutación de la polaridad de la corriente de soldadura I durante la fase de arco eléctrico 36. Durante la carrera de retroceso del hilo de soldadura 13 durante la fase de cortocircuito 33 está aplicada por ejemplo la polaridad negativa de la corriente de soldadura I al hilo de soldadura 13, mientras que en el momento 35 cambia la polaridad de la corriente de soldadura I y durante la fase de arco eléctrico 36 se aplica la polaridad positiva de la corriente de soldadura I al hilo de soldadura.

Una forma de proceder de esta clase es ventajosa ya que en la fase de cortocircuito 33 se forma una energía térmica menor en el hilo de soldadura 13, y durante la fase de arco eléctrico 36, debido a la polaridad positiva del

hilo de soldadura 13, se puede obtener una velocidad de fusión elevada del material de aportación, y debido a la polaridad negativa de la pieza 16, una menor aportación de calor a ésta. Según necesidad la polaridad del hilo de soldadura 13 o de la pieza 16 puede estar naturalmente invertida, para poder influir eventualmente de modo positivo en procesos de soldadura especiales.

5 En general hay que señalar respecto a las variantes de realización descritas en las fig. 2 a 6, que la conmutación de la polaridad de la corriente de soldadura I dentro de un periodo, controlada en el tiempo, se puede determinar en función de parámetros tales como por ejemplo el parámetro de la aportación de calor, el parámetro de la corriente de soldadura I, el parámetro de la tensión de soldadura U, un parámetro de la aportación de material o de la carga de material, un parámetro del intersticio de soldadura en la pieza 16, etc. Para este fin, el dispositivo de control 4 puede tener asignados elementos de captación conocidos por el estado de la técnica, por ejemplo sensores, órganos de ajuste, dispositivos de maniobra o reguladores a distancia, memorias de datos, medios de control, como por ejemplo un software o lógica de programa, etc., con el fin de que el dispositivo de control 4 pueda realizar la correspondiente determinación y el establecimiento de valores de consigna o magnitudes de ajuste dentro del proceso de regulación.

10 Por ejemplo se determina un intersticio de las piezas 16 que se trata de soldar y de acuerdo con la anchura del intersticio y/o la altura del intersticio se lleva a cabo la regulación de la magnitud y/o de la polaridad de la corriente de soldadura I. También se puede determinar la profundidad de la penetración, en particular la llamada raíz de la soldadura, efectuándose en consecuencia la regulación de cambio de polaridad de la corriente de soldadura I.

15 También existe la posibilidad de que mediante la determinación de la temperatura de la pieza 16 y la especificación de una aportación de calor definida se efectúe en el equipo de soldadura I una regulación automática del cambio de polaridad y/o del número o duración de los periodos individuales 40, 41 de la corriente de soldadura I para efectuar la regulación del balance térmico. Para ello se le transmite al dispositivo de control 4 del equipo de soldadura la temperatura de la pieza 16 que se haya determinado, con lo cual esta establece si se ha de modificar una polaridad o las características de la corriente de soldadura I.

20 El equipo de soldadura 1 se compone de una fuente de corriente de soldadura o fuente de corriente 2, un dispositivo de control 4 y de un soplete de soldadura 10. Por medio del dispositivo de entrada y/o salida 22 o por medio de un regulador a distancia se pueden ajustar en el equipo de soldadura los diferentes parámetros de soldadura. En el dispositivo de entrada y/o salida 22 del equipo de soldadura y/o en un regulador a distancia se puede seleccionar por lo menos un parámetro para el balance térmico o para la aportación de calor en la pieza que se trata de soldar, y/o un órgano de ajuste para ajustar el balance térmico o la aportación de calor en la pieza que se trata de soldar.

25 Al dispositivo de entrada y/o salida 22 o al regulador a distancia le corresponde un medio de control que está realizado para efectuar la determinación de los momentos de cambio de polaridad de la corriente de soldadura I dependientes del ajuste del balance térmico o de la aportación de calor. Mediante el elemento de control se determina la forma de la curva de la corriente de soldadura en función de los parámetros para el balance térmico o la aportación de calor.

30 Los parámetros ajustados se retransmiten al dispositivo de control 4 y el equipo de soldadura 1, con lo cual este controla o regula un correspondiente proceso de soldadura. En el dispositivo de entrada y/o salida 22 se pueden ajustar los parámetros más diversos para el proceso de soldadura, tales como por ejemplo la intensidad de la corriente de soldadura I y/o la tensión de soldadura U y/o la velocidad de avance del hilo V y/o un parámetro de soldadura para la aportación de calor y/o el material de la pieza 16 que se trata de soldar y/o el material del hilo de soldadura 13 y/o el gas de soldadura empleado.

35 En una pantalla se pueden leer los ajustes realizados. En el dispositivo de entrada y/o salida 22 representado el ajuste se realiza por medio de órganos de selección o ajuste que pueden estar formados por teclas, botones giratorios o potenciómetros. Por ejemplo, con las primeras teclas se puede ajustar el espesor del hilo de soldadura 13, leyendo en una pantalla el ajuste correspondiente. Mediante una segunda disposición de teclas se puede seleccionar por ejemplo el material del hilo de soldadura 13, visualizando en otra pantalla la combinación de materiales que se ha ajustado. Con una tercera combinación de teclas se ajusta la clase de proceso de soldadura mediante la variación cíclica o acíclica de la polaridad de la corriente de soldadura, que se visualiza en una tercera pantalla.

40 Por ejemplo se puede ajustar la frecuencia de los movimientos alternativos del hilo o los pasos por cero de la corriente de soldadura I de modo definido por el usuario, bien de forma directa o indirectamente por medio de un parámetro que sea proporcional a aquel parámetro.

45 El ajuste del balance térmico o de la aportación de calor a la pieza 16 también puede efectuarse de tal modo que el usuario ajuste un proceso de soldadura usual, y establezca el balance térmico mediante el ajuste adicional de otro parámetro tal como la aportación de calor representada en una pantalla y que se pueda seleccionar por medio de las teclas. Para ello, mediante la elección en la pantalla el usuario puede establecer de forma sencilla si ha de tener lugar por ejemplo una aportación de calor reducida, mediana o elevada, de modo que el dispositivo de control 4 pueda efectuar el correspondiente control o regulación. Para ello los datos o modelos de datos correspondientes a

las diferentes posibilidades de elección están registrados en una memoria, de modo que resulta posible la determinación automática.

5 En una memoria integrada en un equipo de soldadura 1 pueden estar almacenados datos, por ejemplo formas de curvas AC, valores de intensidad de corriente, frecuencias o similares de la corriente de soldadura I o de los recorridos de movimiento del hilo o de las frecuencias de oscilación del hilo de soldadura 13 para el respectivo proceso de soldadura, de acuerdo con cuyos datos el dispositivo de control 4 controla el proceso de soldadura. Con el dispositivo de entrada y/o salida o con el regulador de mando a distancia puede estar además integrado un medio de control con acoplamiento efectivo en forma de software, en una memoria preferentemente regrabable, que determina en particular los cambios de polaridad y las amplitudes de intensidad de corriente I.

10 De este modo el usuario solamente tiene que efectuar unos pocos ajustes previos al proceso de soldadura, después de lo cual el dispositivo de control 4 regula entonces automáticamente el proceso de soldadura. En particular se determina el balance térmico o la aportación de calor a la pieza 16 mediante la elección del material del hilo de soldadura 13 y de las piezas 16 que se trata de soldar. Para ello pueden estar registrados en la memoria los valores correspondientes para los más diversos materiales del hilo de soldadura 13 y de las piezas 16, de modo que el
15 dispositivo de control 4 establece según la elección de materiales la relación entre las fases del proceso de soldadura que van alternando. Por ejemplo, para un proceso de soldadura para aluminio se requiere una menor aportación de calor a la pieza 16 de lo que sería necesario para un proceso de soldadura de acero. Por lo tanto están registrados para el aluminio unos valores diferentes que para el acero, de modo que se introduce en la pieza 16 una cantidad de energía menor.

20 Naturalmente se puede activar el disparo para modificar la polaridad de la corriente de soldadura I también mediante la indicación del número de impulsos o periodos 40, 41 o mediante la especificación o medición de un tiempo o de una señal de disparo.

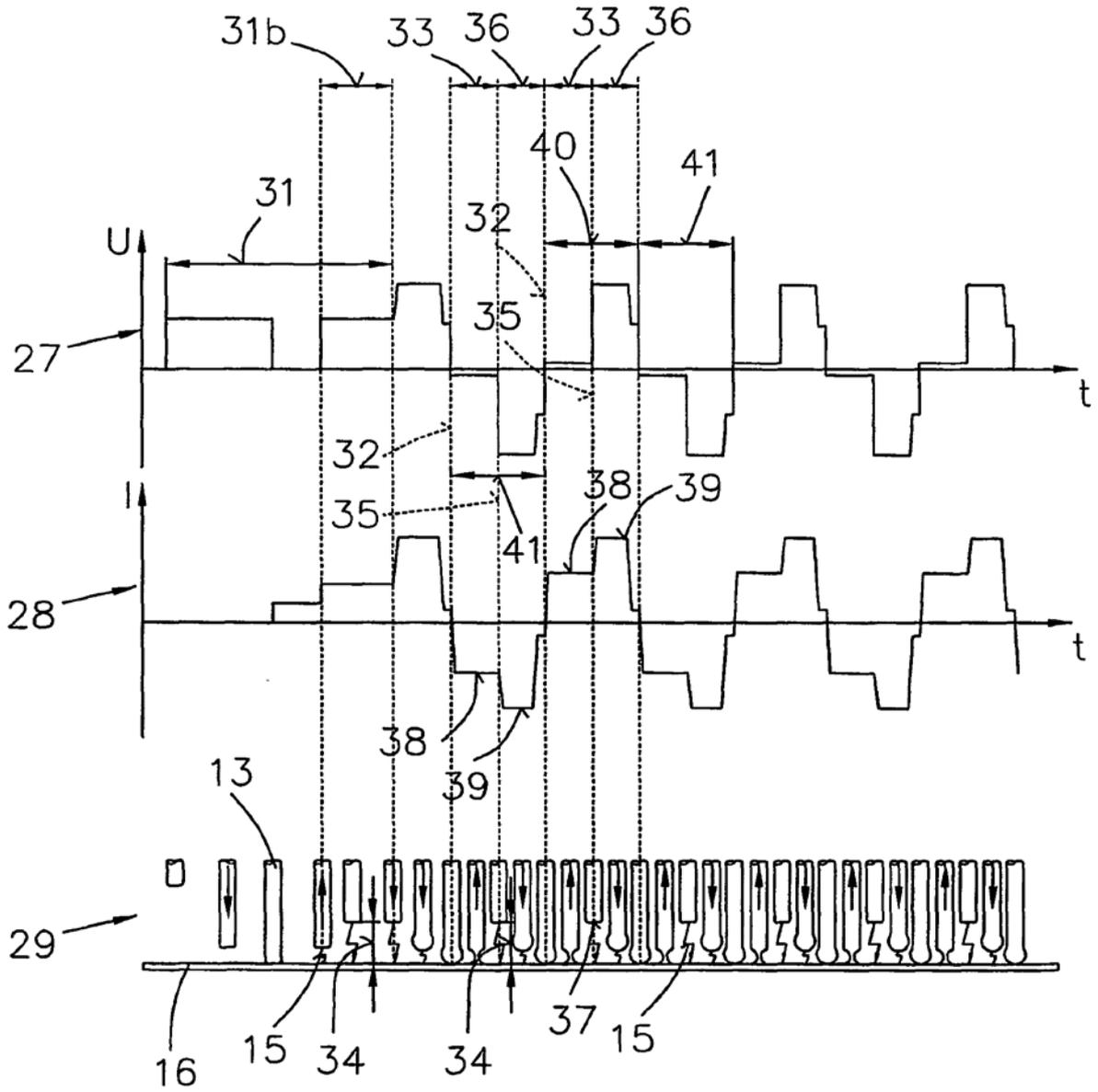
Naturalmente existe la posibilidad de que las diferentes posibilidades de ajuste antes descritas se combinen entre sí o que estén previstas en el equipo de soldadura 1 diversas posibilidades de ajuste.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control y/o la regulación de un equipo de soldadura (1) o de una fuente de corriente de soldadura (2), con un hilo de soldadura (13), donde después de cebar un arco eléctrico (15) se lleva a cabo un proceso de soldadura de transferencia de metal en frío (Cold Metal Transfer CMT), en el que el hilo de soldadura (13) se transporta en sentido hacia la pieza (16) hasta hacer contacto con la pieza (16), invirtiéndose a continuación el sentido de avance del hilo después de haber formado un cortocircuito durante una fase de cortocircuito (33), desplazándose el hilo de soldadura (13) alejándolo de la pieza (16) hasta romper el cortocircuito, para lo cual se regula la corriente de soldadura I y/o la tensión de soldadura U de tal modo que durante una fase de arco eléctrico (36) tenga lugar un inicio de fusión del hilo de soldadura (13), es decir la formación de una gota, **caracterizado porque** durante por lo menos algunas fases de cortocircuito (33) se invierte la polaridad de la corriente de soldadura I y/o la tensión de soldadura U, ajustando para ello la amplitud la corriente de soldadura I y/o la tensión de soldadura U a un valor definido, de tal modo que se impida el corte por fusión del hilo de soldadura (13) o de un puente de cortocircuito, pero sin embargo sea posible volver a cebar con seguridad el arco eléctrico (15) al retirar el hilo de soldadura (13) de la pieza (16), para lo cual al final de la fase de cortocircuito (33) o al inicio de la fase de arco eléctrico (36), simplemente se continúa cebando el arco eléctrico (15) por la corriente de soldadura I y/o la tensión de soldadura U sin recurrir a una fuente de tensión auxiliar.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** durante la fase del arco eléctrico (36) se varía la corriente de soldadura I, en particular se aumenta, y con ello tiene lugar una formación de gota o un inicio de fusión en el extremo del hilo de soldadura (13).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** durante la fase de cortocircuito (33) se modifica la corriente de soldadura U, donde al aumentar la intensidad de corriente de soldadura I se introduce el material de aportación formado por el hilo de soldadura (13) en el baño de metal fundido de la pieza (16), y donde al reducir la intensidad de la corriente de soldadura I se aporta menor cantidad de material de aportación al baño de metal fundido de la pieza (16).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** después de la formación de un cortocircuito se invierte el sentido de transporte del hilo y se desplaza el hilo de soldadura (13) alejándolo de la pieza (16) hasta una separación (34) que se puede seleccionar libremente o que esté predefinida.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** se conmuta la polaridad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U después de cada periodo (40, 41) formado respectivamente por una fase de cortocircuito (33) y una fase de arco eléctrico (36).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** se conmuta la polaridad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U después de varios periodos (40, 41) formados cada uno por una fase de cortocircuito (33) y una fase de arco eléctrico (36).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** se conmuta la polaridad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U después de un cierto número de periodos (40, 41) previamente definido o ajustable.
8. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** se conmuta la polaridad de la corriente de soldadura I y/o la tensión de soldadura U después de un número variable o modificable de periodos (40, 41), de forma aperiódica o irregular.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque** el momento de la conmutación de la polaridad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U se determina automáticamente en función de por lo menos un parámetro del proceso de soldadura que ha sido ajustado antes del proceso de soldadura o captado durante el proceso de soldadura, tal como por ejemplo la intensidad de corriente de soldadura I, un parámetro relativo a la aportación de calor, al material de la pieza (16), al material del hilo de soldadura (13), al gas de protección utilizado y/o a un intersticio de soldadura en la pieza (16).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** por lo menos un parámetro de soldadura se selecciona o ajusta manualmente en el equipo de soldadura (1), y porque el momento de conmutación de la polaridad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U se determina con relación a la fase de cortocircuito (33) por el dispositivo de control (4), en función de este por lo menos un parámetro de soldadura.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** la conmutación de la polaridad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U se activa en función de una duración de tiempo predeterminada o por una señal de disparo.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** en la velocidad de avance V del hilo de soldadura (13) se modifica o determina en función de la polaridad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U.

- 5 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** durante un periodo (40, 41) formado por una fase de cortocircuito (33) y una fase de arco eléctrico (36) se conmuta la polaridad del hilo de soldadura I y/o de la tensión de soldadura, por lo menos dos veces de forma controlada, efectuándose un cambio de polaridad especialmente durante la fase de arco eléctrico (36) y un cambio de polaridad durante la fase de cortocircuito (33).
14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** la conmutación de la polaridad de la corriente de soldadura i y/o de la tensión de soldadura U controlada en el tiempo se controla durante un periodo (40, 41) en función de parámetros del proceso de soldadura, por ejemplo parámetros de la aportación de calor, de la intensidad de la corriente de soldadura I, de la tensión de soldadura U, de un parámetro de aportación de material, etc.
- 10 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado porque** se regula la amplitud y/o la polaridad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U en función de la anchura y/o de la altura que se ha determinado del intersticio entre las piezas (16) que se trata de unir o soldadura.
- 15 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado porque** se regula la amplitud y/o la polaridad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U en función de la profundidad de penetración que se haya determinado, en particular de la así denominada raíz de la soldadura.
- 20 17. Equipo de soldadura (1) con una fuente de corriente de soldadura (2), un dispositivo de control (4), un equipo de avance del hilo (11) y un soplete de soldadura (10), además con un dispositivo de entrada y/o salida (22) y/o un mando a distancia para el ajuste o la selección de por lo menos un parámetro para el balance térmico o para la aportación de calor en la pieza (16) que se trata de soldar, teniendo el dispositivo de entrada y/o salida (22) y/o el mando a distancia asignado un medio de control que está realizado para establecer los momentos de cambio de polaridad de la corriente de soldadura I y/o la tensión de soldadura U en función del por lo menos un parámetro ajustado o seleccionado para el balance térmico o para la aportación de calor, **caracterizado porque** el dispositivo de control (4) para realizar el siguiente procedimiento está realizado de tal modo que durante por lo menos algunas fases de cortocircuito (33) se conmuta la polaridad de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U, para lo cual se ajusta la amplitud de la corriente de soldadura I y/o la tensión de soldadura U a un valor definido, de tal modo que se impida que el hilo de soldadura (13) o un puente de cortocircuito se corte por fusión, pero sin embargo resulte posible volver a cebar con seguridad el arco eléctrico (15) al retirar el hilo de soldadura (13) de la pieza (16), para lo cual al final de la fase de cortocircuito (33) o al comienzo de la fase de arco eléctrico (36) se vuelve a cebar el arco eléctrico (15) únicamente mediante la corriente de soldadura I y/o la tensión de soldadura U sin recurrir a una fuente de tensión auxiliar.
- 25 30 18. Equipo de soldadura (1) según la reivindicación 17, **caracterizado por** estar dispuesto por lo menos un órgano de selección o de ajuste para efectuar el ajuste directo o indirecto del número o duración de los periodos (40, 41) de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U con polaridad positiva o negativa, o bien la amplitud de la corriente de soldadura I y/o de la tensión de soldadura U.
- 35 19. Equipo de soldadura (1) según la reivindicación 17 o 18, **caracterizado por** estar dispuesta una memoria para almacenar ajustes de parámetros de soldadura, en particular formas de curvas AC, duración de periodos o similares para la corriente de soldadura I y/o para la tensión de soldadura U.
- 40 20. Equipo de soldadura (1) según una de las reivindicaciones 17 a 19, **caracterizado porque** el medio de control está formado por un software o lógica de programa almacenado en una memoria de datos del dispositivo de control (4), cuya memoria de datos está unida al dispositivo de entrada y/o salida (22) para modificar o recuperar los datos allí registrados.

Fig.2



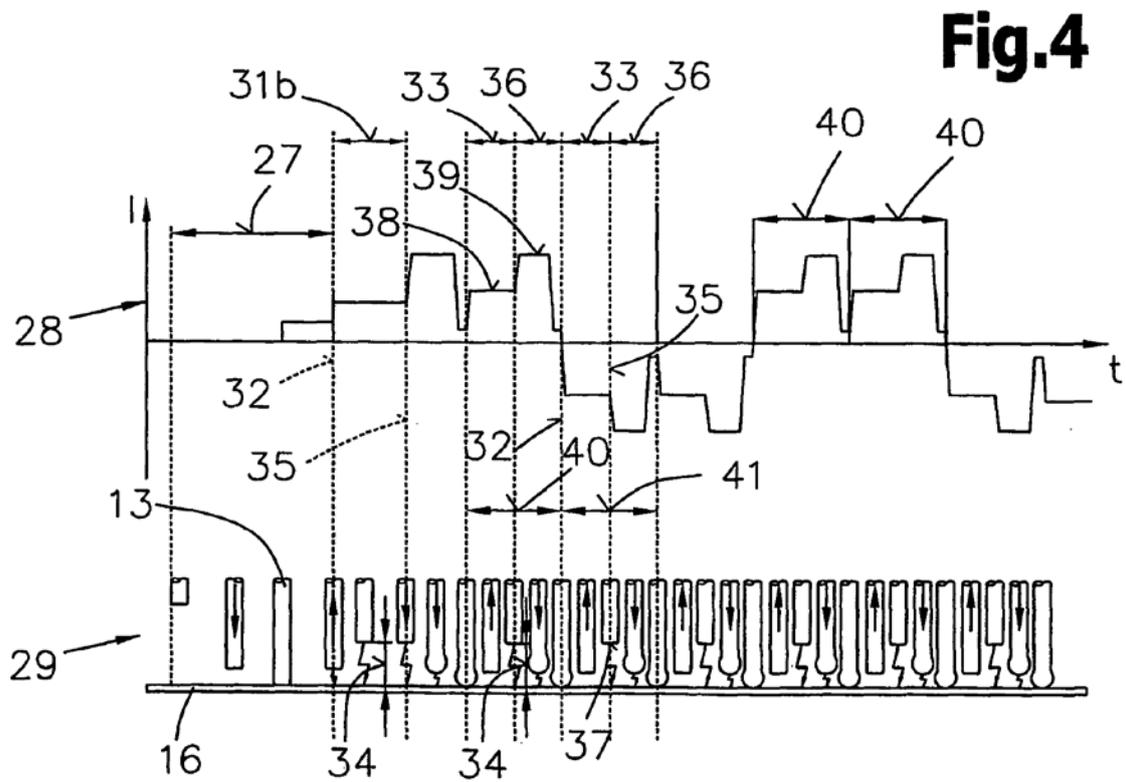
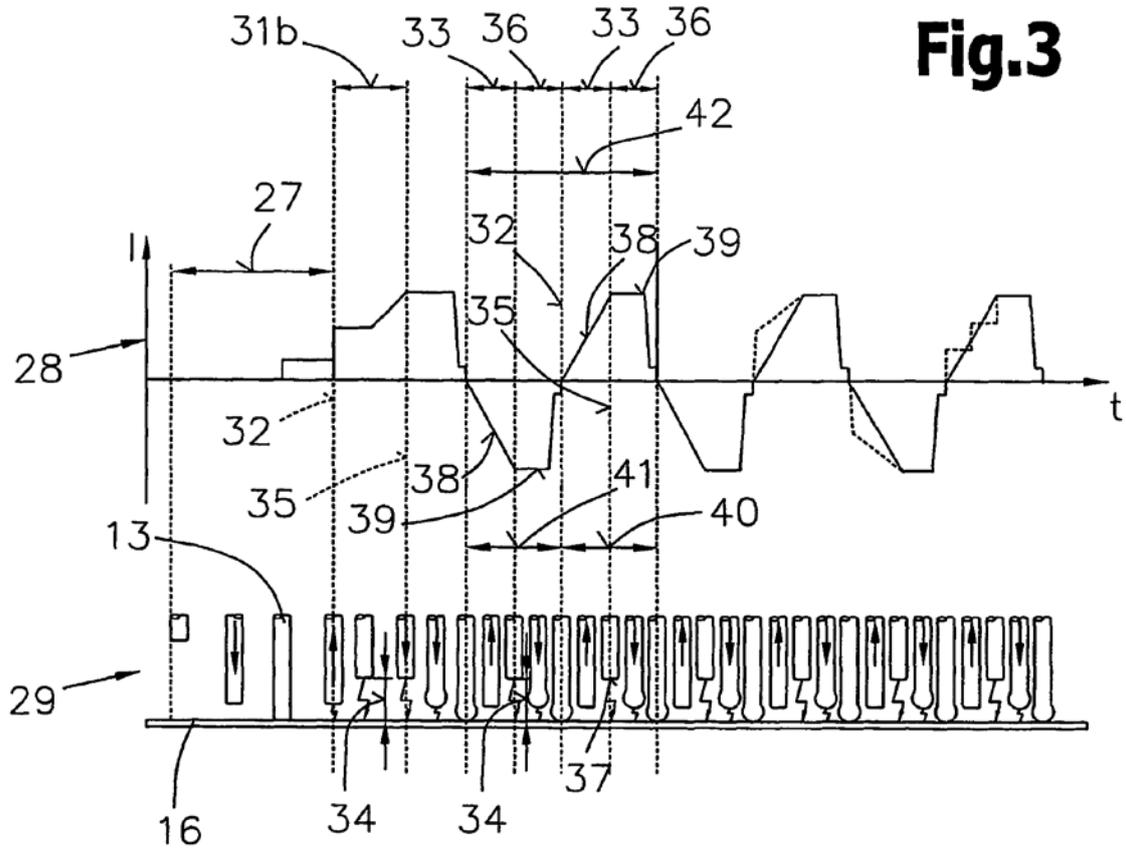


Fig.5

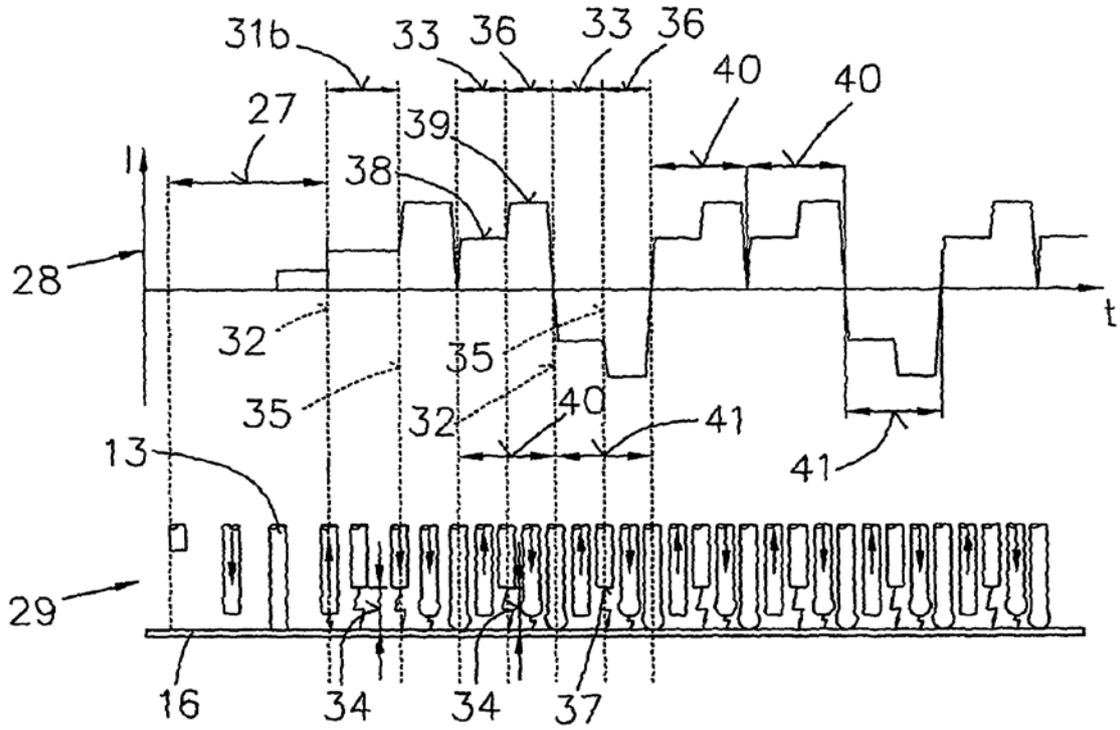


Fig.6

