

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 093**

51 Int. Cl.:

**B23K 9/095** (2006.01)

**B23K 9/073** (2006.01)

**B23K 9/127** (2006.01)

**B23K 31/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2019** **PCT/JP2019/012354**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2019** **WO19208054**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2019** **E 19791734 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2023** **EP 3753663**

54 Título: **Dispositivo de control de soldadura, procedimiento de control de soldadura y programa de control de soldadura**

30 Prioridad:

**25.04.2018 JP 2018083950**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.05.2024**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (100.0%)**  
**2-3, Marunouchi 3-Chome**  
**Chiyoda-kuTokyo 100-8332, JP**

72 Inventor/es:

**HAZUI, YUSUKE;**  
**TATEISHI, KOKI;**  
**SUDA, NAOKI;**  
**KAMO, KAZUHIKO;**  
**KIMURA, MASAHIRO;**  
**SANO, YUSUKE y**  
**NISHIJIMA, YASUSHI**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

ES 2 969 093 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

Dispositivo de control de soldadura, procedimiento de control de soldadura y programa de control de soldadura

### 5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un sistema que comprende un alambre de soldadura usado en la soldadura de un objetivo de soldadura, un electrodo para fundir el alambre de soldadura y un dispositivo de control de soldadura configurado para controlar un objetivo de control de posición que incluye tanto el alambre de soldadura como el electrodo. La invención se refiere además a un procedimiento y a un producto de programa de control de soldadura para controlar dicho sistema.

### Estado de la técnica

En la soldadura por arco automática, donde se utiliza un electrodo no consumible mientras se introduce de forma continua un alambre de soldadura a un baño de fusión, es necesario mantener adecuadamente la posición relativa entre el electrodo y una ranura (superficie de pared) de un objetivo de soldadura, así como la posición relativa entre la posición en la que se inserta el alambre de soldadura en el baño de fusión y el electrodo y el baño de fusión. Por ejemplo, en el caso de que es necesario asegurar una alta calidad de la soldadura, tal como en el caso de soldar piezas de equipos para una planta de energía nuclear, un soldador monitoriza el trabajo de soldadura automática directamente o a través de una imagen capturada por una cámara, y realiza una operación intermedia para el ajuste si el alambre de soldadura o el electrodo se desalinean de la posición adecuada. Si el trabajo de monitorización y ajuste que típicamente realiza un soldador puede automatizarse, ya no sería necesario realizar el trabajo de soldadura a mano y se puede reducir la dependencia de la habilidad de un soldador.

El documento de patente 1 divulga una técnica para automatizar el trabajo de monitorización y ajuste anterior, por ejemplo. Según el documento de patente 1, el dispositivo de soldadura automático captura una imagen de una pieza soldada y obtiene la posición de un baño de fusión sobre la base de la diferencia de luminancia de la imagen. Además, el dispositivo de soldadura automático controla el seguimiento de la soldadura en la porción de superficie de la ranura al ajustar la posición de la punta del alambre de soldadura en la dirección derecha izquierda sobre la base de la diferencia entre la posición del extremo izquierdo del baño de fusión dentro de la ranura y la posición del extremo izquierdo del baño de fusión en la porción de superficie de la ranura, y la diferencia entre la posición extrema derecha del baño de fusión dentro de la ranura y la posición del extremo derecho del baño de fusión en la porción de superficie de la ranura. El documento de patente 2 divulga la generación automática de las condiciones adecuadas al aprender la relación entre las cantidades físicas relacionadas con la soldadura por arco y las condiciones de soldadura.

El documento de patente 3 divulga la soldadura automática de una estructura de placa gruesa de una junta ranurada, y más particularmente un procedimiento de soldadura de superposición multicapa y un aparato de soldadura automática de superposición multicapa sobre un carril guía que ajusta los parámetros de soldadura basándose en las condiciones de soldadura.

El documento de patente 4 divulga un dispositivo de soldadura automático con una cámara que recopila datos cuando se detecta un cortocircuito.

El documento de patente 5 divulga un dispositivo de soldadura que utiliza los datos recopilados para determinar la calidad de la soldadura.

### Lista de citas

Bibliografía de patentes

Documento de patente 1: JP3408749B  
Documento de patente 2: JP2017-30014A  
Documento de patente 3: JP 2004 017088 A  
Documento de patente 4: US2016/193681 A1  
Documento de patente 5: US 5 283 418 A

### 55 Objeto de la invención

Problemas a resolver

Según la técnica divulgada en el documento de patente 1, resulta posible realizar una soldadura de alta exactitud mediante seguimiento de soldadura con un dispositivo de soldadura automático que utiliza un electrodo no consumible. Sin embargo, cuando se utiliza un dispositivo de soldadura automático que utiliza un electrodo no consumible, el electrodo y el alambre de soldadura se proporcionan por separado, lo que complica el control.

En este sentido, los presentes autores de la invención inventaron una técnica para identificar la relación relativa entre el electrodo, el alambre de soldadura, la ranura y el baño de fusión a partir de la imagen en el momento de soldar capturada por una cámara o similar, obtener la cantidad de desalineación de cada relación relativa desde la

posición objetivo, y controlar las posiciones de un electrodo y un alambre de soldadura para eliminar la cantidad de desalineación. En este caso, durante la soldadura por arco automática, el estado de aportación de calor de la soldadura cambia dependiendo de las condiciones de soldadura (cantidad de introducción de alambre, velocidad de soldadura, corriente de soldadura, etc.), y el estado de la soldadura cambia según el estado de aportación de calor. Así, los presentes autores de la invención descubrieron que es necesario determinar la posición objetivo anterior según la diferencia en las condiciones de soldadura. Por ejemplo, si se controla que la distancia relativa entre el alambre de soldadura y el baño de fusión sea constante, sería necesario mover el alambre de soldadura en dirección hacia el electrodo según el cambio en la cantidad del baño de fusión cuando el baño de fusión se vuelve más pequeño debido a un cambio en las condiciones de soldadura, en cuyo caso existe el riesgo de que el electrodo y el alambre de soldadura entren en contacto entre sí.

En vista de lo anterior, un objeto de por lo menos una realización de la presente invención es proporcionar un dispositivo de control de soldadura que controle un trabajo de soldadura de un objetivo de soldadura según una condición de soldadura.

### Solución a los problemas

(1) Según una primera realización de la presente invención, se proporciona un sistema según la reivindicación 1.

Con la realización (1) anterior, el objetivo (posición objetivo) del objetivo de control de posición, tal como la posición del alambre de soldadura o la posición del electrodo, se determina según la condición de soldadura. Además, el dispositivo de ejecución de soldadura se controla para llevar la posición del objetivo de control de posición obtenido a través del procesamiento de imágenes de una imagen capturada del estado de la soldadura por el dispositivo de ejecución de soldadura al objetivo. Por ejemplo, la posición real del objetivo de control de posición es una posición real detectada a partir de la imagen capturada, y puede ser una posición en un sistema de coordenadas establecido en la imagen capturada (posición absoluta), o una posición relativa de la posición del alambre o la posición del electrodo es la posición del objetivo de control de posición con respecto a otra cantidad de soldadura característica (p. ej., la posición de baño de fusión o la posición de ranura descrita a continuación). En consecuencia, resulta posible llevar a cabo automáticamente una soldadura por arco con una calidad de la soldadura parecida a la realizada por un soldador, y resulta posible obtener una soldadura automática con una dependencia reducida de la habilidad del soldador.

Según una segunda realización de la invención, la imagen capturada además incluye por lo menos una de una ranura del objetivo de soldadura o un baño de fusión formado en la ranura mediante la fusión del alambre de soldadura, la cantidad de soldadura característica además incluye por lo menos una de una posición de ranura de la ranura o una posición de baño de fusión del baño de fusión, la posición real incluye una posición real relativa que es una posición relativa de por lo menos una de la posición del alambre o la posición del electrodo con respecto a la posición de la ranura o la posición de baño de fusión y la posición objetivo incluye una posición objetivo relativa que es un objetivo de la posición relativa correspondiente a la condición de soldadura para soldar el objetivo de soldadura.

Con la segunda realización según la condición de soldadura, se determina el objetivo de dos posiciones relativas (posición objetivo relativa) incluidas en la cantidad de soldadura característica, tal como la posición relativa de la posición del alambre de soldadura con respecto al baño de fusión, por ejemplo. Además, el dispositivo de ejecución de soldadura se controla para llevar la posición real relativa obtenida a través del procesamiento de imágenes de la imagen capturada del estado de la soldadura por el dispositivo de ejecución de soldadura al objetivo. En consecuencia, resulta posible llevar a cabo automáticamente una soldadura por arco con una calidad de la soldadura parecida a la realizada por un soldador, y obtener una soldadura automática con una dependencia reducida de la habilidad del soldador.

Según una tercera realización de la invención, la parte de determinación de la posición objetivo incluye: una parte de adquisición de la condición de soldadura configurada para adquirir el estado de la soldadura; y una parte de determinación del objetivo basada en la condición configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura, sobre la base de una relación entre una condición de soldadura previa en el momento de una soldadura previa y una posición previa que es la posición real establecida bajo la condición de soldadura previa.

Con la tercera realización, el aprendizaje (aprendizaje automático) incluye la acumulación de aprendizaje de la relación correspondiente entre el registro de posiciones reales, tales como dos posiciones relativas de cantidades características de soldadura, tales como la posición absoluta del objetivo de control de posición o la posición relativa del alambre de soldadura y el baño de fusión obtenido como resultado de la operación en el objetivo de control de posición, tal como el alambre de soldadura, por un soldador y la condición de soldadura en ese caso. Además, sobre la base del resultado del aprendizaje, la posición objetivo se obtiene directamente de la condición de soldadura. Por consiguiente, resulta posible determinar adecuadamente la posición objetivo. Además, mediante el uso de la posición objetivo determinada en consecuencia en el control de la posición, resulta posible obtener una calidad de la soldadura parecida a la realizada por un soldador.

Según una cuarta realización de la invención, la parte de determinación del objetivo basada en la condición está configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura mediante el uso de un modelo de aprendizaje obtenido a través del aprendizaje automático de una pluralidad de conjuntos de datos en los que la condición de soldadura previa está asociada con la posición previa establecida bajo la condición de soldadura previa.

Con la cuarta realización resulta posible determinar adecuadamente una posición objetivo correspondiente a una condición de soldadura a partir de la condición de soldadura, mediante el uso de un modelo de aprendizaje generado a través de aprendizaje automático.

Según una quinta realización de la invención, la parte de determinación de la posición objetivo incluye: una parte de determinación del objetivo basada en la posición configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura a partir de la cantidad de soldadura característica previa, sobre la base de una relación entre una cantidad de soldadura característica en el momento de una soldadura previa realizada bajo una condición de la soldadura previa en el momento de la soldadura previa y una posición previa que es una posición relativa de la cantidad de soldadura característica previa.

La condición de aportación de calor (estado de aportación de calor) cambia cuando cambia la condición de soldadura y, así, las posiciones adecuadas de los objetivos de control de posición tales como el alambre de soldadura y el electrodo cambian según la condición de soldadura. La operación de un soldador incluye identificar el punto característico (p. ej., posiciones del alambre de soldadura o la posición del baño de fusión) para asegurar la calidad de la soldadura principalmente a partir de la información visual sobre el estado del trabajo de la soldadura que difiere dependiendo de la condición de soldadura, y operar la posición del alambre o del electrodo sobre la base de su experiencia, con lo cual logra una soldadura de alta calidad. Sobre la base de los hallazgos anteriores, los presentes autores de la invención consideraron posible obtener la posición objetivo a partir del historial de operación de un soldador, en lugar de la condición de soldadura, dado que la operación del soldador debería reflejar la diferencia en la condición de soldadura.

Con la quinta realización anterior, se aprende la relación entre el registro de las cantidades características de soldadura tales como la posición del baño de fusión y la posición del alambre de soldadura obtenida como resultado de la operación del objetivo de control de posición tal como el alambre de soldadura por un soldador en una soldadura previa, y el registro de la posición relativa obtenida a partir del resultado. Además, sobre la base del resultado del aprendizaje, la posición objetivo relativa se obtiene a partir de las cantidades características de soldadura tales como la posición del baño de fusión y la posición del alambre de soldadura. En consecuencia, resulta posible determinar adecuadamente la posición objetivo relativa. Además, resulta posible enfrentarse fácilmente a condiciones de soldadura no experimentadas. Además, mediante el uso de la posición objetivo relativa determinada en consecuencia para el control de la posición, resulta posible obtener una calidad de la soldadura parecida a la realizada por un soldador.

Según una sexta realización de la invención, la parte de determinación de la posición objetivo está configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura a partir de la cantidad de soldadura característica, mediante el uso de un modelo de aprendizaje obtenido a través del aprendizaje automático de una pluralidad de conjuntos de datos en los que se asocia la cantidad de soldadura característica previa y la posición previa.

Con la sexta realización anterior, resulta posible determinar adecuadamente una posición objetivo correspondiente a una cantidad de soldadura característica a partir de la cantidad de soldadura característica, mediante el uso del modelo de aprendizaje generado a través de aprendizaje automático.

Según una séptima realización de la invención, la parte de determinación de la posición objetivo está configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura a partir de la condición de soldadura o la cantidad de soldadura característica, mediante el uso de un dispositivo de conversión del valor objetivo para obtener la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura o la cantidad de soldadura característica, el dispositivo de conversión del valor objetivo generado mediante el uso del modelo de aprendizaje.

Con la séptima realización anterior resulta posible calcular la posición objetivo relativa correspondiente a la condición de soldadura, al mismo tiempo que se suprime la cantidad de cálculo.

Según una octava realización, en una cualquiera de las realizaciones (2) a (7) anteriores, el dispositivo de control de soldadura además incluye una parte de determinación de la necesidad de control de posición configurada para determinar la necesidad de un control de posición del objetivo de control de posición sobre la base de una diferencia entre la posición objetivo y la posición real. La parte de control de posición está configurada para ejecutar un control de posición del objetivo de control de posición sobre la base de un resultado de determinación mediante la parte de determinación de la necesidad de control de posición.

Con la octava realización anterior, el control de posición del objetivo de control de posición se realiza sobre la base de la diferencia entre la posición objetivo y la posición real. Es decir, según el análisis de la operación de un soldador, cuando la diferencia entre la posición objetivo relativa y la posición real relativa está fuera de un intervalo predeterminado, tal como cuando la diferencia de la posición relativa entre el alambre de soldadura y el baño de fusión es demasiado grande en el momento de soldar, el soldador lleva a cabo una operación para corregir la diferencia, según su experiencia. Así, cuando la diferencia entre la posición objetivo relativa y la posición real relativa está dentro de un intervalo predeterminado, el control de la posición no se realiza en el alambre de soldadura incluso si la posición objetivo y la posición real no son las mismas (se establece una zona de control muerta). En consecuencia, resulta posible completar la soldadura con menos operaciones, al mismo tiempo que se consigue una calidad parecida a la realizada por un soldador.

Según una novena realización, en la realización (8) anterior, la parte de determinación de la necesidad de control de posición está configurada para determinar que el control de posición del objetivo de control de posición es necesario, si la diferencia entre la posición real y la posición objetivo está fuera de un intervalo predeterminado determinado sobre la base de una pluralidad de conjuntos de datos históricos de operación en los que una cantidad de soldadura característica previa en el momento de una soldadura previa está asociada con la presencia o ausencia de operación del objetivo de control de posición relacionado con la cantidad de soldadura característica previa.

Con la novena realización anterior, el intervalo para determinar la necesidad de ejecución del control de posición del objetivo de control de posición se determina sobre la base de la relación entre la presencia o ausencia de operación de la posición del alambre de soldadura llevada a cabo por un soldador, y la relación entre el objetivo de control de posición y la cantidad de soldadura característica previa, tal como la relación entre la posición previa del baño de fusión y la posición previa del alambre. En consecuencia, resulta posible establecer adecuadamente el umbral anterior y completar automáticamente la soldadura con menos operaciones al mismo tiempo que se consigue una calidad parecida a la realizada por un soldador.

Según una décima realización, en una cualquiera de las realizaciones (1) a (9) anteriores, la parte de determinación de la posición real incluye: una parte de adquisición de imagen capturada configurada para adquirir la imagen capturada a partir de una parte de captura configurada para capturar la imagen capturada; una parte de detección de la cantidad de soldadura característica configurada para detectar la cantidad de soldadura característica a partir de la imagen capturada en cada uno de un período de control predeterminado; y una parte de cálculo configurada para calcular la posición real sobre la base de la cantidad de soldadura característica.

Con la realización (10) anterior, se obtiene una imagen capturada de la parte de captura configurada para capturar la parte de soldadura en el momento de soldar, y la posición real se calcula sobre la base de la cantidad de soldadura característica detectada a través del procesamiento de imágenes de una o más imágenes capturadas adquiridas en cada uno de un período de control predeterminado. En consecuencia, resulta posible calcular el tiempo real de la posición real a través del procesamiento de imágenes en tiempo real de las imágenes capturadas en el momento de soldar.

Según una undécima realización, en la realización (10) anterior, la parte de determinación de la posición real además incluye: una parte de determinación de detección de anomalía configurada para determinar una detección de anomalía de la cantidad de soldadura característica en cada uno de los períodos de control mediante la parte de detección de la cantidad de soldadura característica. La parte de determinación de la posición real está configurada para: calcular, en un período de control normal que es el período de control en el que se determina que la detección de anomalía está ausente, la posición real sobre la base de la cantidad de soldadura característica detectada a partir de la imagen capturada adquirida en el período de control normal; y calcular, en un período de control anómalo que es el período de control en el que se determina que la detección de anomalía está presente, la posición real sobre la base de la cantidad de soldadura característica detectada a partir de la imagen capturada adquirida en el período de control normal previo al período de control anómalo.

Por ejemplo, cuando la cantidad de calor de entrada determinada por la condición de soldadura es demasiado pequeña, la imagen capturada se vuelve demasiado oscura. Por otro lado, cuando la cantidad de calor de entrada es demasiado grande, la imagen capturada se vuelve demasiado brillante. Como resultado, puede resultar imposible detectar adecuadamente la cantidad de soldadura característica, tal como un fallo o error en la detección de la cantidad de soldadura característica en el procesamiento de imágenes.

Con la realización (11) anterior, si la cantidad de soldadura característica no se detecta adecuadamente a partir de la imagen capturada, se usa la posición real basada en una imagen capturada donde no se determina que esté presente ninguna detección de anomalía, mediante el cálculo de la posición real usando de forma alternativa la cantidad de soldadura característica (cantidad característica alternativa) detectada a partir de la imagen capturada adquirida en el período de control normal inmediatamente anterior, por ejemplo. De esta manera resulta posible continuar soldando. Además, resulta posible impedir que la soldadura se controle sobre la base de una cantidad de soldadura característica con una detección de anomalía y, así, resulta posible impedir daños al objetivo de soldadura y al dispositivo de ejecución de soldadura y mejorar la fiabilidad del dispositivo de control de soldadura.

Según una duodécima realización, en la realización (11) anterior, la parte de detección de la cantidad de soldadura característica está configurada para detectar la cantidad de soldadura característica a partir de una pluralidad de imágenes capturadas adquiridas en los períodos de control respectivos, y la parte de determinación de detección de anomalía está configurada para determinar que la detección de anomalía está presente si la cantidad de soldadura característica no se detecta a partir de la pluralidad de imágenes capturadas adquiridas en los períodos de control respectivos.

Con la realización (12) anterior, se adquieren una pluralidad de imágenes capturadas en cada período de control. Se realiza todo el control de la posición, incluida la detección de la cantidad de soldadura característica y la determinación de la detección de anomalía, sobre la base de la pluralidad de imágenes capturadas. De esta manera, resulta posible reducir la carga del proceso de procesamiento del control de posición para cada imagen capturada individualmente, al mismo tiempo que se realiza adecuadamente el control de posición del objetivo de control de posición.

Según una decimotercera realización, en la realización anterior (12), la parte de determinación de la posición real está configurada para: no determinar, en el período de control anómalo, la posición real en el período de control anómalo si el período de control normal no existe dentro de un período previo al período de control anómalo durante un período de tiempo predeterminado determinado según la cantidad de soldadura característica.

Con la realización (13) anterior, al no determinar la posición real en el caso anterior, resulta posible mejorar la fiabilidad de la soldadura mientras se continúa soldando el mayor tiempo posible, como se describe a continuación. Según una decimocuarta realización, en una cualquiera de las realizaciones (11) a (13) anteriores, la parte de determinación de detección de anomalía está configurada para notificar cuando un período después del período de control anómalo y antes del siguiente primer período de control normal es más largo que un período de tiempo predeterminado determinado según la cantidad de soldadura característica.

Con la realización (14) anterior, si la detección de anomalía de la cantidad de soldadura característica a partir de la imagen capturada continúa durante más tiempo que el período de tiempo predeterminado, la parte de determinación de detección de anomalía notifica la necesidad de determinar si resulta posible continuar soldando. Si bien la cantidad de soldadura característica cambia con el tiempo, el período de tiempo predeterminado anterior es un período durante el cual se puede continuar soldando sin ningún control incluso si la cantidad de soldadura característica cambia. Transcurrido el período de tiempo predeterminado, se emite la notificación. De esta manera, resulta posible mejorar la fiabilidad de la soldadura mientras se continúa soldando el mayor tiempo posible.

Además, por ejemplo, el electrodo se puede utilizar para soldar de forma continua sin control durante una vida útil potencial relativamente larga porque la forma de la ranura (pared del objetivo de soldadura) rara vez sufre un cambio abrupto. Sin embargo, el alambre de soldadura se saca de un carrete y se utiliza. Así, la posición del alambre de soldadura puede cambiar de repente y puede cambiar fácilmente de la posición en la imagen capturada tomada inmediatamente antes de la detección de una anomalía. Así, la vida útil potencial del alambre de soldadura durante el cual se puede continuar soldando sin control es relativamente corta. Así, en la configuración (4) anterior, el período de tiempo predeterminado anterior se establece para cada cantidad de soldadura característica. Por ejemplo, se establecerán diferentes períodos de tiempo individualmente para la posición del electrodo y la posición del alambre. Como se describe anteriormente, mediante la determinación del período de tiempo predeterminado anterior según la cantidad de soldadura característica, resulta posible continuar soldando de manera adecuada al momento de detección de anomalía de diversas cantidades de soldadura características incluidas en la cantidad de soldadura característica.

Según una decimoquinta realización, en la realización (14) anterior, la parte de determinación de detección de anomalía está configurada para enviar, a un dispositivo de ejecución de soldadura, una orden para detener la soldadura del objetivo de soldadura.

Con la realización (15) anterior, al detener la soldadura del objetivo de soldadura, resulta posible mejorar la fiabilidad de la soldadura mientras se continúa soldando el mayor tiempo posible.

Según una decimosexta realización, en una cualquiera de las realizaciones (1) a (15) anteriores, el dispositivo de control de soldadura además incluye una parte de corrección de la posición objetivo configurada para corregir la posición objetivo determinada por la parte de determinación de la posición objetivo si se detecta un fenómeno problemático en la soldadura.

Por ejemplo, si se forman gotitas cuando la punta del alambre de soldadura no está en el baño de fusión, es necesario llevar la punta del alambre de soldadura para que esté en contacto con el baño de fusión. Así, es necesario mover el alambre de soldadura hacia abajo en la imagen capturada. Además, en el caso de que se produzca un empalme entre la punta del alambre de soldadura y el objetivo de soldadura en la parte inferior del baño de fusión, es necesario mover la punta del alambre de soldadura hacia arriba en la imagen capturada para impedir la colisión. Cuando el control de posición del objetivo de control de posición tal como el alambre de soldadura en el momento de la detección de un problema de soldadura se debe realizar por separado del control de posición del

objetivo de control de posición tal como el alambre de soldadura para llevar la posición real a la posición objetivo, las direcciones de los dos controles pueden ser opuestas, siendo un control dirigido hacia abajo y siendo el otro control dirigido hacia arriba, por ejemplo, lo que puede provocar oscilaciones del control.

5 Con la realización (16) anterior, resulta posible evitar la oscilación descrita anteriormente al corregir la posición objetivo sobre la base de un problema de soldadura. Según una decimoséptima realización, en una cualquiera de las realizaciones (2) a (16) anteriores, la cantidad de soldadura característica incluye la posición del alambre y la posición de baño de fusión del baño de fusión, y el objetivo de control de posición está compuesto por el alambre de soldadura.

10 Con la realización (17) anterior, resulta posible controlar el dispositivo de ejecución de soldadura para llevar la posición real relativa de la posición del alambre y la posición de baño de fusión a la posición objetivo relativa.

15 Según una decimoctava realización, en una cualquiera de las realizaciones (1) a (17) anteriores, la condición de soldadura incluye por lo menos una condición de una corriente de electrodo, una tensión de electrodo, una velocidad de soldadura, una cantidad de introducción del alambre de soldadura por unidad de tiempo, o una anchura de ranura.

20 Con la realización (18) anterior, resulta posible determinar una posición real correspondiente a la condición de soldadura, incluida la condición descrita anteriormente. Según una decimonovena realización, en una cualquiera de las realizaciones (1) a (18) anteriores, la condición de soldadura comprende una pluralidad de condiciones de soldadura, y la parte de determinación de la posición objetivo está configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura que incluye una condición agregada que agrega por lo menos dos de la pluralidad de condiciones de soldadura.

25 Con la realización (19) anterior, el número de condiciones (dimensión) incluidas en la condición de soldadura C que sirve como entrada se reduce (la dimensión se reduce) al agregar por lo menos dos de las condiciones incluidas en la condición de soldadura, tal como la corriente de electrodo, la tensión de electrodo, la velocidad de soldadura, la cantidad de introducción del alambre de soldadura por unidad de tiempo y la anchura de la ranura. En consecuencia, en el caso de que la unidad de conversión del valor objetivo descrita anteriormente se genera como una tabla, por ejemplo, resulta posible reducir la dimensión al agregar combinaciones de las condiciones de soldadura introducidas en otro elemento tal como la cantidad de aportación de calor, lo que hace posible enfrentarse al caso con menos tablas.

35 Además, según una vigésima realización de la presente invención, se proporciona un procedimiento para controlar la soldadura según la reivindicación 19.

Con el procedimiento según la invención resulta posible conseguir el mismo efecto ventajoso que con el sistema según la primera realización de la invención.

40 Según una vigésima primera realización, la imagen capturada además incluye por lo menos una de una ranura del objetivo de soldadura o un baño de fusión formado en la ranura mediante la fusión del alambre de soldadura, la cantidad de soldadura característica además incluye por lo menos una de una posición de ranura de la ranura o una posición de baño de fusión, la posición real incluye una posición real relativa que es una posición relativa de por lo menos una de la posición del alambre o la posición del electrodo con respecto a la posición de la ranura o la posición de baño de fusión, y la posición objetivo incluye una posición objetivo relativa que es un objetivo de la posición relativa correspondiente a la condición de soldadura para soldar el objetivo de soldadura.

50 Con la vigésima primera realización anterior, resulta posible conseguir el mismo efecto ventajoso que el de la realización (2) anterior.

Según una vigésima segunda realización, en una cualquiera de las realizaciones (20) a (21) anteriores, la etapa de determinar la posición objetivo incluye: una etapa de adquirir la condición de soldadura; y una etapa de determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura sobre la base de una relación entre una condición de soldadura previa en el momento de una soldadura previa y una posición previa que es la posición real establecida bajo la condición de soldadura previa.

Con la realización (22) anterior, resulta posible conseguir el mismo efecto ventajoso que el de la realización (3) anterior.

60 Según una vigésima tercera realización, en la realización (21) anterior, la etapa de determinar la posición objetivo relativa incluye: una etapa de determinar la posición objetivo relativa correspondiente a la condición de soldadura a partir de la cantidad de soldadura característica, sobre la base de una relación entre una cantidad de soldadura característica previa en el momento de una soldadura previa realizada bajo una condición de soldadura previa en el momento de la soldadura previa y una posición relativa previa que es una posición relativa de la cantidad de soldadura característica previa.

Con la realización (23) anterior, resulta posible conseguir el mismo efecto ventajoso que el de la realización (5) (24) anterior. Según una vigésima cuarta realización de la presente invención, se proporciona un programa de control de soldadura según la reivindicación 21.

Con la realización (24) anterior, resulta posible conseguir el mismo efecto ventajoso que el de la realización (1) anterior.

Según una vigésima quinta realización, en la realización (24) anterior, la imagen capturada además incluye por lo menos una de una ranura del objetivo de soldadura o un baño de fusión formado en la ranura mediante la fusión del alambre de soldadura, la cantidad de soldadura característica además incluye por lo menos una de una posición de ranura de la ranura o una posición de baño de fusión, la posición real incluye una posición real relativa que es una posición relativa de por lo menos una de la posición del alambre o la posición del electrodo con respecto a la posición de la ranura o la posición de baño de fusión, y la posición objetivo incluye una posición objetivo relativa que es un objetivo de la posición relativa correspondiente a la condición de soldadura para soldar el objetivo de soldadura.

Con la realización (25) anterior, resulta posible conseguir el mismo efecto ventajoso que el de la realización (2) anterior.

### **Efectos ventajosos**

Según por lo menos una realización de la presente invención, resulta posible proporcionar un dispositivo de control de soldadura que controle la soldadura de un objetivo de soldadura según una condición de soldadura.

### **Descripción de las figuras**

La figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de configuración de un dispositivo de soldadura según una realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de una imagen capturada según una realización de la presente invención.

La figura 3A es un diagrama de bloques funcional de un dispositivo de control de soldadura según una realización de la presente invención, que determina la posición objetivo relativa en respuesta a una condición de soldadura que es una entrada.

La figura 3B es un diagrama de bloques funcional de un dispositivo de control de soldadura según una realización de la presente invención, que determina la posición objetivo relativa en respuesta a una posición de baño de fusión y una posición de alambre que son entradas.

La figura 4 es un diagrama para describir la operación, en un período de control anómalo, de una parte de determinación de la posición real relativa según una realización de la presente invención, donde existe un período de control normal antes del período de control anómalo durante un período de tiempo predeterminado.

La figura 5 es un diagrama para describir la operación, en un período de control anómalo, de una parte de determinación de la posición real relativa según una realización de la presente invención, donde no existe un período de control normal antes del período de control anómalo durante un período de tiempo predeterminado.

La figura 6 es un gráfico que muestra la relación entre la posición de baño de fusión, la posición del alambre y el historial de operación de un soldador, según una realización de la presente invención.

La figura 7 es un diagrama que muestra una lógica de detección de un fenómeno problemático en la soldadura, según una realización de la presente invención.

La figura 8 es un diagrama que muestra el procedimiento para controlar la soldadura según una realización de la presente invención.

### **Descripción detallada de la invención**

Las realizaciones de la presente invención se describirán a continuación en detalle en referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, se pretende que, a menos que se identifiquen en particular, las dimensiones, materiales, formas, posiciones relativas y similares de los componentes descritos en las realizaciones se interpreten como ilustrativas únicamente y no pretendan limitar el alcance de la presente invención.

Por ejemplo, una expresión de disposición relativa o absoluta tal como "en una dirección", "a lo largo de una dirección", "paralela", "ortogonal", "centrada", "concéntrica" y "coaxial" no se interpretará como que indica



únicamente la disposición en un sentido literal estricto, sino que también incluye un estado en el que la disposición está relativamente desplazada por una tolerancia, o por un ángulo o una distancia mediante el cual resulta posible lograr la misma función.

5 Por ejemplo, una expresión de un estado igual tal como "el mismo", "igual" y "uniforme" no se interpretará como que indica únicamente el estado en el que la característica es estrictamente igual, sino que también incluye un estado en el que existe una tolerancia o una diferencia que aún puede lograr la misma función.

10 Además, por ejemplo, una expresión de una forma tal como una forma rectangular o una forma cilíndrica no se interpretará solo como la forma geoméricamente estricta, sino que también incluye una forma con irregularidades o esquinas achaflanadas dentro del intervalo en el que se puede lograr el mismo efecto.

15 Por otra parte, expresiones tales como "comprenden", "incluyen", "tienen", "contienen" y "constituyen" no pretenden ser excluyentes de otros componentes.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de configuración de un dispositivo 7 de soldadura según una realización de la presente invención. La figura 2 es un diagrama de una imagen capturada V según una realización de la presente invención.

20 El dispositivo 7 de soldadura es un dispositivo que suelda por arco automáticamente un objetivo de soldadura tal como una tira de acero. Como se representa en la figura 1, el dispositivo 7 de soldadura incluye un dispositivo 1 de control de soldadura que controla un trabajo de soldadura y un dispositivo 8 de ejecución de soldadura que ejecuta la soldadura por arco según un control (comando) desde el dispositivo 1 de control de soldadura.

25 En primer lugar, se describirá el dispositivo 8 de ejecución de soldadura que constituye el dispositivo 7 de soldadura. El dispositivo 8 de ejecución de soldadura incluye un introductor 81 de alambre, un electrodo 82 y una parte 83 de captura. El introductor 81 de alambre es un mecanismo para introducir (suministrar) un alambre 8w de soldadura secuencialmente a una parte de soldadura de un objetivo 9 de soldadura. El alambre 8w de soldadura consume durante el transcurso de un trabajo de soldadura. A medida que el extremo en punta del alambre 8w de soldadura se coloca en el introductor 81 de alambre se funde mediante la descarga de arco desde el electrodo 82, el alambre 8w de soldadura se funde en un metal en fase líquida que se enfría y solidifica en la parte de soldadura del objetivo 9 de soldadura, por lo que el objetivo 9 de soldadura se suelda.

35 En la realización representada en la figura 1, la parte de soldadura del objetivo 9 de soldadura es un espacio que se extiende horizontalmente entre dos componentes. El introductor 81 de alambre y el electrodo 82 se mueven relativamente a lo largo de la dirección longitudinal del espacio del objetivo 9 de soldadura y, de ese modo, se ejecuta un trabajo de soldadura. Más específicamente, a medida que el introductor 81 de alambre y el electrodo 82 se mueven relativamente a una velocidad de soldadura predeterminada a lo largo de la dirección longitudinal del espacio del objetivo 9 de soldadura, se forma secuencialmente un baño 8m de fusión a lo largo de la dirección de soldadura (dirección longitudinal del espacio), a partir de metal en fase líquida generado a partir de la fusión del alambre 8w de soldadura (véase la figura 2). Además, a medida que el baño 8m de fusión se enfría y solidifica, se suelda el objetivo 9 de soldadura.

45 En la siguiente descripción, la dirección adelante-atrás de la dirección de soldadura se denomina dirección adelante-atrás, la dirección de anchura del espacio del objetivo 9 de soldadura (dirección ortogonal a la dirección longitudinal) se denomina dirección derecha-izquierda, y la dirección ortogonal a la dirección adelante-atrás y a la dirección derecha-izquierda se denomina dirección arriba-abajo (dirección vertical en la figura 1). Además, en un trabajo de soldadura real, el extremo en punta del alambre 8w de soldadura y el electrodo 82 están colocados más cerca entre sí de lo que se muestra en la figura 1. Por ejemplo, por lo menos parte de un miembro que sostiene el electrodo 82, incluido el electrodo 82, está colocado directamente encima del alambre 8w de soldadura.

50 Además, la parte 83 de captura es un dispositivo de captura que captura vídeos o imágenes, tal como una cámara, instalado para capturar la parte de soldadura. Una imagen capturada V de la parte de soldadura capturada por la parte 83 de captura (en lo sucesivo, denominada meramente "imagen capturada V") se utiliza para detectar las posiciones de los objetivos de captura que incluyen por lo menos dos de los alambres 8w de soldadura descritos anteriormente, el baño 8m de fusión, siendo el electrodo 82 o la ranura 91 una superficie de pared que forma el espacio del objetivo 9 de soldadura. En la realización representada en la figura 1, la parte 83 de captura está instalada en una posición tal que la parte de soldadura puede verse desde arriba en diagonal, para capturar una imagen de los objetivos de captura anteriores de una vez. Por ejemplo, en la realización representada en la figura 1, la parte 83 de captura está configurada para capturar la parte de soldadura de modo que la imagen capturada V incluya el alambre 8w de soldadura, el electrodo 82, el baño 8m de fusión y la ranura 91.

65 En un trabajo de soldadura del objetivo 9 de soldadura usando el dispositivo 8 de ejecución de soldadura que tiene la configuración anterior, el dispositivo 8 de ejecución de soldadura y el objetivo 9 de soldadura se mueven relativamente como se describe anteriormente, y la posición de la ranura 91 en la imagen capturada V instalada en el dispositivo 8 de ejecución de soldadura cambia dependiendo de la forma del objetivo 9 de soldadura. De forma

similar, el alambre 8w de soldadura se saca de un carrete y se introduce a la parte soldada mediante el introductor 81 de alambre, y la posición del alambre 8w de soldadura en la imagen capturada V también cambia debido a la flexión del alambre 8w de soldadura, por ejemplo. Así, el dispositivo 8 de ejecución de soldadura incluye un mecanismo para mover (ajustar) la posición del alambre 8w de soldadura o el electrodo 82.

En la realización representada en la figura 1, el alambre 8w de soldadura y el electrodo 82 pueden cada uno de ellos moverse en cada una de las direcciones adelante-atrás y derecha-izquierda en la imagen capturada V como se representa en la figura 1, el dispositivo 8 de ejecución de soldadura está configurado para considerar el alambre 8w de soldadura descrito anteriormente y el electrodo 82 como objetivos 8T de control de posición, y mover las posiciones de los objetivos 8T de control de posición según una orden del dispositivo 1 de control de soldadura.

En lo sucesivo, el dispositivo 1 de control de soldadura se describirá en referencia a las figuras 3A y 3B.

La figura 3A es un diagrama de bloques funcional de un dispositivo 1 de control de soldadura según una realización de la presente invención, que determina la posición objetivo relativa Rt en respuesta a una condición de soldadura C que es una entrada. La figura 3B es un diagrama de bloques funcional de un dispositivo 1 de control de soldadura según una realización de la presente invención, que determina la posición objetivo relativa Rt en respuesta a una posición de baño de fusión Pm y una posición de alambre Pw que son entradas.

El dispositivo 1 de control de soldadura es un dispositivo configurado para controlar la posición del objetivo 8T de control de posición que incluye por lo menos uno de entre el alambre 8w de soldadura usado en la soldadura del objetivo 9 de soldadura, o el electrodo 82 para fundir el alambre 8w de soldadura. El dispositivo 1 de control de soldadura incluye: una parte de determinación de la posición real configurada para determinar (obtener) una posición real del objetivo 8T de control de posición sobre la base de una cantidad de soldadura característica P detectada a partir de una imagen capturada V capturada para incluir por lo menos el objetivo 8T de control de posición, incluyendo la cantidad de soldadura característica P por lo menos una de una posición de alambre Pw del alambre 8w de soldadura o una posición de electrodo Pe del electrodo 82; una parte de determinación de la posición objetivo configurada para determinar una posición objetivo que es un objetivo de la posición real correspondiente a una condición de soldadura C para soldar el objetivo 9 de soldadura; y una parte de control de posición configurada para ejecutar un control de posición del objetivo 8T de control de posición para llevar la posición real a la posición objetivo.

La posición real del objetivo 8T de control de posición anterior es una posición real detectada a partir de la imagen capturada V, y puede ser una posición en un sistema de coordenadas establecido en la imagen capturada V (posición absoluta), o una posición relativa (posición real relativa Rr) de la posición de alambre Pw o la posición de electrodo Pe es la posición del objetivo 8T de control de posición con respecto a otra cantidad de soldadura característica P (posición de baño de fusión Pm o posición de ranura Pb descrita a continuación). En el caso de que la posición de la cantidad de soldadura característica P es una posición absoluta, la cámara o similar para capturar la imagen capturada V se coloca en un estado fijo, y se realiza el control para llevar la posición absoluta de la posición de alambre Pw o similar a una posición objetivo que es la posición central en la dirección derecha-izquierda (descrita a continuación) de la imagen capturada V, por ejemplo. De forma alternativa, se puede preparar con antelación una función que puede calcular la posición objetivo absoluta correspondiente a la posición objetivo anterior a partir de una posición absoluta u otra cantidad de soldadura característica P, y la función se puede usar para obtener una posición objetivo absoluta a partir de la cantidad de soldadura característica P. Más específicamente, por ejemplo, la posición objetivo absoluta se obtiene usando una función no lineal o una tabla a partir de la posición en la dirección derecha-izquierda (descrita a continuación) de la posición de electrodo Pe y la posición de ranura Pb.

En lo sucesivo, las partes funcionales descritas anteriormente del dispositivo 1 de control de soldadura se describirán utilizando las realizaciones representadas en las figuras 3A y 3B como ejemplos, donde la posición de la cantidad de soldadura característica P es una posición relativa. Como se representa en las figuras 3A y 3B, el dispositivo 1 de control de soldadura incluye una parte 2 de determinación de la posición real relativa, una parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa y una parte 5 de control de la posición. En una realización en la que la posición real del objetivo 8T de control de posición es una posición absoluta, la posición real relativa Rr en la siguiente descripción se puede sustituir por una posición absoluta, y la posición objetivo relativa Rt se puede sustituir por una posición objetivo absoluta.

El dispositivo 1 de control de soldadura incluye un computador, por ejemplo, que incluye una CPU (procesador, no se representa) y un dispositivo de almacenamiento M tal como un dispositivo de almacenamiento exterior y memorias como ROM y RAM. La CPU funciona (p. ej., cálculo de datos) según las instrucciones de un programa (programa 10 de control de soldadura) cargado en una memoria (dispositivo de almacenamiento principal), y de este modo se implementan las partes funcionales anteriores del dispositivo 1 de control de soldadura. En otras palabras, el programa 10 de control de soldadura es un software para permitir que el ordenador implemente las partes funcionales respectivas que se describen a continuación, y puede almacenarse en un medio de almacenamiento que sea legible por un ordenador.

La parte 2 de determinación de la posición real relativa determina la posición real relativa  $R_r$  que es la posición relativa de dos de las cantidades de soldadura características  $P$  detectadas a partir de la imagen capturada  $V$  descrita anteriormente, incluyendo las cantidades de soldadura características  $P$  por lo menos dos de las posiciones de ranura  $P_b$  de la ranura 91, la posición de alambre  $P_w$  del alambre 8w de soldadura, la posición de baño de fusión  $P_m$  del baño 8m de fusión, o la posición de electrodo  $P_e$  del electrodo 82. La imagen capturada  $V$  se captura de manera que incluya el objetivo 8T de control de posición y por lo menos una de las ranuras 91 del objetivo 9 de soldadura o el baño 8m de fusión formado en la ranura 91 mediante la fusión del alambre 8w de soldadura. Más específicamente, en el caso de que el objetivo 8T de control de posición es el alambre 8w de soldadura, la imagen capturada  $V$  incluye por lo menos la parte de posición de alambre  $P_w$  del alambre 8w de soldadura, y por lo menos la parte de posición de baño de fusión  $P_m$  del baño 8m de fusión, o por lo menos la parte de posición de ranura  $P_b$  de la ranura 91. En el caso de que el objetivo 8T de control de posición es el electrodo 82, la imagen capturada  $V$  incluye por lo menos la parte de posición de electrodo  $P_e$  del electrodo 82, y por lo menos la parte de posición de ranura  $P_b$  de la ranura 91.

Además, la posición de alambre  $P_w$  anterior es una posición de una posición deseada del alambre 8w de soldadura. La posición de baño de fusión  $P_m$  es la posición de una porción deseada del baño 8m de fusión. La posición de ranura  $P_b$  es la posición de una porción deseada de la ranura 91. La posición de electrodo  $P_e$  es la posición de una porción deseada del electrodo 82. En las realizaciones representadas en las figuras 1 a 3B, como se representa en la figura 2, la posición de alambre  $P_w$  es una posición de la porción de punta del alambre 8w de soldadura colocada en la porción más posterior (parte inferior en la dirección arriba-abajo) de la imagen capturada  $V$ . La posición de baño de fusión  $P_m$  es una posición de la porción de punta del baño 8m de fusión colocada en el extremo delantero de la imagen capturada  $V$ . La posición de ranura  $P_b$  es una posición de una parte predeterminada determinada como la posición relativa al electrodo 82. Además, la posición de electrodo  $P_e$  es una porción de punta del electrodo 82 colocada en la porción más posterior (parte inferior en la dirección arriba-abajo) de la imagen capturada  $V$ . Además, en la realización representada en las figuras 1 a 3B, la cantidad de soldadura característica  $P$  incluye por lo menos la posición de alambre  $P_w$  y la posición de baño de fusión  $P_m$ .

Más específicamente, la parte 2 de determinación de la posición real relativa detecta la cantidad de soldadura característica  $P$  mediante el procesamiento de imágenes de la imagen capturada  $V$ , y calcula la posición real relativa  $R_r$  sobre la base del resultado de la detección. Por ejemplo, en el caso de que el objetivo 8T de control de posición es el alambre 8w de soldadura, la posición de alambre  $P_w$  y la posición de baño de fusión  $P_m$  se detectan para realizar un control de posición en el alambre 8w de soldadura en la dirección arriba-abajo. De forma alternativa, la posición de alambre  $P_w$  y la posición de ranura  $P_b$  se detectan para realizar un control de posición en el alambre 8w de soldadura en la dirección derecha-izquierda. Por otro lado, en el caso de que el objetivo 8T de control de posición es el electrodo 82, la posición de electrodo  $P_e$  y la posición de ranura  $P_b$  se detectan para realizar un control de posición en el electrodo 82 en la dirección derecha-izquierda. La posición real relativa  $R_r$  puede ser una distancia a lo largo de la dirección para controlar el objetivo de control. De forma alternativa, la posición real relativa  $R_r$  puede ser la posición (coordenada) en referencia a una posición tal como el extremo inferior izquierdo de la imagen capturada  $V$  u otra posición (coordenada) en referencia a una de las dos cantidades de soldadura características  $P$  que constituyen la posición real relativa  $R_r$ .

En la realización representada en las figuras 1 a 3B, el objetivo 8T de control de posición es por lo menos el alambre 8w de soldadura, y la cantidad de soldadura característica  $P$  incluye la posición de alambre  $P_w$  y la posición de baño de fusión  $P_m$ . Además, como se representa en las figuras 3A y 3B, la parte 2 de determinación de la posición real relativa incluye una parte 21 de adquisición de imagen capturada configurada para adquirir una imagen capturada  $V$  de una parte 83 de captura que captura una imagen de la parte de soldadura en el momento de soldar, una parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica configurada para detectar la cantidad de soldadura característica  $P$ , incluidas la posición de alambre  $P_w$  y la posición de baño de fusión  $P_m$  a partir de las imágenes capturadas  $V$  adquiridas por la parte 21 de adquisición de imagen capturada para cada uno de un período de control  $T$  predeterminado, y una parte 24 de cálculo configurada para calcular la posición real relativa  $R_r$  (posición relativa del baño de alambre) sobre la base de la cantidad de soldadura característica  $P$ , incluida la posición del alambre detectada  $P_w$  y la posición del baño de fusión  $P_m$ .

Más específicamente, la parte 21 de adquisición de imagen capturada está conectada a la parte 83 de captura y, por tanto, la imagen capturada  $V$  se introduce en tiempo real. Además, la parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica está conectada a la parte 21 de adquisición de imagen capturada y, por lo tanto, la imagen capturada  $V$  adquirida por la parte 21 de adquisición de imagen capturada se introduce en tiempo real. La parte 21 de adquisición de imagen capturada puede almacenar todas las imágenes capturadas  $V$  introducidas en el dispositivo de almacenamiento "m", o puede seleccionar una parte de las imágenes capturadas  $V$  introducidas a intervalos predeterminados, por ejemplo, y almacenar las imágenes capturadas  $V$  seleccionadas en el dispositivo de almacenamiento "m". La imagen capturada  $V$  almacenada por la parte 21 de adquisición de imagen capturada se introduce en la parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica. Además, la parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica está configurada para detectar la cantidad de soldadura característica  $P$  en cada uno de un período de control  $T$  predeterminado. La parte 24 de cálculo está conectada a la parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica, y de este modo la cantidad de soldadura característica  $P$  se introduce en tiempo real. En consecuencia, resulta posible calcular el tiempo real de la posición real relativa  $R_r$  a

través del procesamiento de imágenes en tiempo real de las imágenes capturadas V en el momento de soldar.

La parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa determina la posición objetivo relativa R<sub>r</sub>, siendo el objetivo de la posición relativa anterior (posición real relativa R<sub>r</sub> tal como la posición relativa del baño de alambre) correspondiente a la condición de soldadura C en el momento de soldar el objetivo 9 de soldadura. La condición de la soldadura C es una condición que afecta el estado de la soldadura del objetivo 9 de soldadura mediante el dispositivo 8 de ejecución de soldadura. Por ejemplo, la condición de soldadura C puede incluir por lo menos una condición de una corriente de electrodo o una tensión de electrodo del electrodo 82, una velocidad de soldadura que es una velocidad del movimiento relativo entre el dispositivo 8 de ejecución de soldadura y el objetivo 9 de soldadura (velocidad de movimiento del arco), una cantidad de introducción del alambre 8w de soldadura (cantidad de introducción por unidad de tiempo), o una anchura de ranura de la ranura 91.

Mientras que el estado de la soldadura cambia dependiendo de la condición de aportación de calor en el momento de soldar, la condición de soldadura C establece la condición de aportación de calor. Específicamente, a medida que aumenta la corriente de electrodo o la tensión de electrodo, aumenta la cantidad de aportación de calor. A medida que aumenta la velocidad de soldadura, aumenta la parte soldada a soldar por tiempo y, así, disminuye la cantidad de aportación de calor por unidad de cantidad del tamaño de la parte soldada. A medida que aumenta la cantidad de introducción del alambre 8w de soldadura, disminuye la cantidad de aportación de calor por unidad de cantidad del alambre 8w de soldadura. Además, a medida que aumenta la anchura de la ranura, el baño 8m de fusión se ensancha en la dirección derecha izquierda o similar, y disminuye la cantidad de aportación de calor por unidad de volumen.

Además, la posición objetivo relativa R<sub>t</sub> debe ser comparable a la posición real relativa R<sub>r</sub> descrita anteriormente. Por ejemplo, la posición objetivo relativa R<sub>t</sub> puede ser una distancia a lo largo de la dirección de control del objetivo de control, o una posición de una de las dos cantidades de soldadura características P que constituyen la posición real relativa R<sub>r</sub> con respecto a la otra de las dos cantidades de soldadura características P. A continuación se describirá cómo determinar la posición objetivo relativa R<sub>t</sub>. La posición objetivo relativa R<sub>t</sub> se puede determinar mediante la aplicación de aprendizaje automático.

La parte 5 de control de posición realiza un control de posición en el objetivo de soldadura para llevar la posición real relativa R<sub>r</sub> determinada por la parte 2 de determinación de la posición real relativa descrita anteriormente a la posición objetivo relativa R<sub>t</sub> determinada por la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa descrita anteriormente. En otras palabras, el control de posición del objetivo de soldadura incluye calcular la cantidad de control del objetivo de soldadura requerida para llevar la diferencia (cantidad de desalineación) entre la posición real relativa R<sub>r</sub> y la posición objetivo relativa R<sub>t</sub> dentro de un intervalo predeterminado que incluye cero, y enviar la cantidad de control calculada al dispositivo 8 de ejecución de soldadura. Además, el dispositivo 8 de ejecución de soldadura controla la posición del objetivo de soldadura según la cantidad de control recibida.

Más específicamente, la cantidad de control puede ser la cantidad de movimiento desde la posición actual hasta el destino, o la coordenada de destino del objetivo de soldadura en un sistema de coordenadas para que el dispositivo 8 de ejecución de soldadura identifique la posición. Además, la parte 5 de control de posición puede controlar la posición del objetivo de soldadura mientras detecta la posición después del movimiento en respuesta a la cantidad de control enviada a través del procesamiento de imágenes de la imagen capturada V (control de realimentación).

En las realizaciones descritas anteriormente, la posición relativa de la posición de alambre P<sub>w</sub> y la posición de baño de fusión P<sub>m</sub> a lo largo de la dirección adelante-atrás (posición relativa del baño de alambre) se describe como un ejemplo. Sin embargo, la presente invención no se limita a la presente realización. Se puede realizar un control de posición correspondiente a la condición de soldadura C parecido al control descrito anteriormente en la posición relativa de la posición de alambre P<sub>w</sub> y la posición de baño de fusión P<sub>m</sub> a lo largo de la dirección derecha izquierda. Además, de forma parecida a la descripción anterior, en algunas otras realizaciones, por lo menos uno del electrodo 82 o la posición de alambre P<sub>w</sub> se puede controlar en la dirección adelante-atrás para llevar la posición real relativa de la posición de electrodo P<sub>e</sub> y la posición de alambre P<sub>w</sub> a la posición objetivo relativa, al detectar la posición de electrodo P<sub>e</sub> del electrodo 82 y la posición de alambre P<sub>w</sub> a partir de la imagen capturada V y calcular la posición objetivo relativa de la posición de electrodo P<sub>e</sub> y la posición de alambre P<sub>w</sub> sobre la base de la condición de soldadura C. En algunas otras realizaciones, la posición de electrodo P<sub>e</sub> puede controlarse en la dirección derecha-izquierda para llevar la posición real relativa de la posición de electrodo P<sub>e</sub> y la posición de ranura P<sub>b</sub> de la ranura 91 a la posición objetivo relativa, al detectar la posición de electrodo P<sub>e</sub> y la posición de ranura P<sub>b</sub> a partir de la imagen capturada V y calcular la posición objetivo relativa de la posición de electrodo P<sub>e</sub> y la posición de ranura P<sub>b</sub> sobre la base de la condición de soldadura C. Como se representa en la figura 2, la posición de electrodo P<sub>e</sub> puede ser una porción de punta del electrodo 82 colocada más adelante en la dirección adelante-atrás, y la posición de ranura P<sub>b</sub> puede ser la posición de una porción predeterminada determinada por la posición relativa con respecto al electrodo 82.

Con la configuración anterior, según la condición de soldadura C, se determina el objetivo de dos posiciones relativas (posición objetivo relativa R<sub>t</sub>) incluida en la cantidad de soldadura característica, tal como la posición relativa de la posición del alambre 8w de soldadura y el baño 8m de fusión, por ejemplo. Además, el dispositivo 8 de

ejecución de soldadura se controla para llevar la posición real relativa (posición real relativa  $R_r$ ) obtenida a través del procesamiento de imágenes  $V$  capturadas del estado de la soldadura mediante el dispositivo 8 de ejecución de soldadura al objetivo. En consecuencia, resulta posible llevar a cabo automáticamente una soldadura por arco con una calidad de la soldadura parecida a la realizada por un soldador, y resulta posible obtener una soldadura automática con una dependencia reducida de la habilidad del soldador.

A continuación, se describirán algunas otras realizaciones relacionadas con la determinación de la posición objetivo relativa  $R_t$ . En lo sucesivo, para una descripción más específica, la posición real relativa  $R_r$  y la posición objetivo relativa  $R_t$  se describen como posiciones relativas de la posición de alambre  $P_w$  y la posición de baño de fusión  $P_m$ . Sin embargo, la presente invención no se limita a este ejemplo. La posición relativa puede ser una posición relativa de dos cualesquiera de las cantidades de soldadura características  $P$  descritas anteriormente (posición de alambre  $P_w$ , posición de baño de fusión  $P_m$ , electrodo  $P_e$ , posición de ranura  $P_b$ ), y la posición de alambre  $P_w$  y la posición de baño de fusión  $P_m$  en la siguiente descripción se puede sustituir por las dos posiciones deseadas.

En algunas realizaciones, como se representa en la figura 3A, la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa descrita anteriormente incluye una parte 31 de adquisición de la condición de soldadura configurada para adquirir la condición de soldadura  $C$  en el momento de ejecutar la soldadura en el objetivo 9 de soldadura, y una parte 32 de determinación del objetivo basada en la condición configurada para determinar la posición objetivo relativa  $R_t$  correspondiente a la condición de soldadura  $C$  a partir de la condición de soldadura  $C$  adquirida por la parte 31 de adquisición de la condición de soldadura, sobre la base de una relación entre una condición de soldadura en el momento de una soldadura previa (condición de la soldadura previa) y una posición relativa previa siendo dos posiciones relativas cualesquiera de las cantidades de soldadura características  $P$  descritas anteriormente, tales como las posiciones relativas de la posición previa del baño de fusión y la posición previa del alambre establecida bajo la condición de soldadura previa. Es decir, los registros son información sobre cómo un soldador ha establecido la posición de alambre  $P_w$  con respecto a la posición de baño de fusión  $P_m$  en un trabajo de soldadura previa, y la información del contenido de la condición de soldadura  $C$  en el trabajo de soldadura previa se asocia y se acumula y la acumulación de registros se aprende como datos de aprendizaje (aprendizaje automático) para derivar la relación anterior.

Más específicamente, la parte de determinación del objetivo basada en la condición obtiene, una pluralidad de veces en momentos diferentes, un conjunto de información de la condición de soldadura  $C$  y una posición relativa previa calculada sobre la base de cantidades de soldadura características  $P$  tales como la posición de baño de fusión  $P_m$  y la posición de alambre  $P_w$  al mismo tiempo, para trabajos de soldadura cuyo tiempo, lugar o el objetivo 9 de soldadura para determinar la posición objetivo relativa correspondiente a la condición de soldadura son diferentes, mediante el uso de un modelo de aprendizaje (modelo de aprendizaje basado en condiciones) obtenido a través de aprendizaje automático de una pluralidad de conjuntos de datos en los que la condición de soldadura previa está asociada a la posición relativa previa establecida bajo la condición de soldadura previa. En consecuencia, se obtiene una pluralidad de conjuntos de datos de la condición de soldadura  $C$  y posiciones relativas previas asociadas en tiempos respectivos, y se utilizan como datos de aprendizaje. Para conocer los datos de aprendizaje, se puede aplicar una técnica conocida, tal como la red neuronal y el análisis de regresión. El modelo de aprendizaje o expresión de regresión obtenida como se describe anteriormente (en lo sucesivo, modelo de aprendizaje) es una relación derivada entre la condición de soldadura  $C$  de la soldadura realizada por un soldador y las posiciones relativas anteriores. Así, mediante el uso del modelo de aprendizaje, resulta posible obtener la posición objetivo relativa  $R_t$ , tal como la posición relativa del baño de alambre que establecería un soldador. Por lo tanto, la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa puede determinar la posición objetivo relativa  $R_t$  correspondiente a la condición de la soldadura  $C$  obtenida mediante el uso del modelo de aprendizaje.

En este momento, en el caso de que la condición de soldadura  $C$  incluye una pluralidad de condiciones, por lo menos dos de las condiciones pueden agregarse en una condición, para reducir el número (dimensión) de condiciones incluidas en la condición de soldadura  $C$  que sirve como entrada. En este caso, la condición de soldadura  $C$  incluye una condición agregada que agrega por lo menos dos condiciones de la condición de soldadura  $C$  y otras condiciones. Así, la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa determina la posición objetivo relativa  $R_t$  correspondiente a la condición de soldadura  $C$  que incluye dicha condición agregada. Por ejemplo, los datos de aprendizaje pueden incluir una relación entre la posición relativa previa y una condición de soldadura  $C$  que incluye una condición agregada, la cantidad de aportación de calor, obtenida al agregar tres condiciones: la velocidad de soldadura, la corriente de soldadura y la tensión de soldadura. En este caso, el modelo de aprendizaje incluye una condición, la cantidad de aportación de calor, en lugar de tres condiciones: la velocidad de soldadura, la corriente de soldadura y la tensión de soldadura. La cantidad de aportación de calor es una cantidad de calor suministrada a la pieza soldada desde el exterior y se puede expresar mediante la siguiente expresión de relación:  $\text{aportación de calor} = \{60 \times \text{corriente de soldadura} \times \text{tensión de soldadura}\} / \text{velocidad de soldadura}$ . Sin embargo, la presente invención no está limitada a la presente realización. Dependiendo de la situación, se pueden utilizar condiciones que expresen mejor la relación con la posición objetivo relativa  $R_t$ . Por ejemplo, en algunas otras realizaciones, dos condiciones, la velocidad de soldadura y la corriente de soldadura, pueden agregarse en una condición, la cantidad de aportación de calor.

En el caso de que la relación entre una pluralidad de condiciones de soldadura  $C$  y la posición objetivo relativa  $R_t$  se

expresa como una tabla con antelación mediante el uso del modelo de aprendizaje, cuando la condición de soldadura C incluye una pluralidad de condiciones, la tabla debe cubrir combinaciones de la pluralidad de condiciones. El número de combinaciones aumenta con el número de condiciones, así como con el coste de generar la tabla. Al agregar una pluralidad de condiciones en una sola condición y reducir la dimensión como se describe anteriormente, resulta posible reducir el coste de generar la tabla.

Además, la condición de soldadura C en el momento de soldar el objetivo 9 de soldadura se puede obtener a partir del dispositivo 8 de ejecución de soldadura en forma de valores de configuración establecidos para el dispositivo 8 de ejecución de soldadura, o puede ser introducida por un operador.

Con la configuración anterior, el aprendizaje (aprendizaje automático) incluye la acumulación de aprendizaje de la relación correspondiente entre una condición de soldadura C en una soldadura previa y el registro de dos posiciones relativas de cantidades de soldadura características P tales como la posición relativa del alambre 8w de soldadura y el baño 8m de fusión obtenido como resultado de la operación del objetivo 8T de control de posición tal como el alambre 8w de soldadura por un soldador en la soldadura previa. Además, sobre la base del resultado del aprendizaje, la posición objetivo relativa Rt se obtiene directamente de la condición de la soldadura C. Como resultado, resulta posible determinar adecuadamente la posición objetivo relativa Rt. Además, mediante el uso de la posición objetivo relativa Rt determinada en consecuencia para el control de la posición, resulta posible conseguir una calidad de la soldadura parecida a la de un soldador.

En algunas otras realizaciones, la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa incluye una parte 34 de determinación de la posición objetivo relativa basada en la posición configurada para determinar la posición objetivo relativa Rt correspondiente a la condición de soldadura C a partir de la cantidad de soldadura característica P, tal como la posición de baño de fusión Pm y la posición de alambre Pw que sirven como entradas, sobre la base de una relación entre una cantidad característica anterior tal como la posición previa del baño de fusión y la posición previa del alambre en el momento de una soldadura previa realizada bajo una condición de soldadura previa (en lo sucesivo, cantidad característica de soldadura previa) y una posición relativa previa que es una posición relativa de la cantidad de soldadura característica previa. De forma similar, a la descripción anterior, la información sobre cómo un soldador ha establecido la posición de alambre Pw con respecto a la posición de baño de fusión Pm en un trabajo de soldadura previa, y la relación de las posiciones relativas de ambas posiciones en la soldadura previa se asocian y se acumulan como un registro, y este registro se aprende como datos de aprendizaje (aprendizaje automático) para derivar la relación anterior.

En este caso, la condición de aportación de calor (estado de aportación de calor) cambia cuando cambia la condición de soldadura C y, así, las posiciones adecuadas de los objetivos 8T de control de posición tales como el alambre 8w de soldadura y el electrodo cambian según la condición de soldadura C. La operación de un soldador incluye identificar la cantidad de soldadura característica P (posición de alambre Pw, posición de baño de fusión Pm, posición de electrodo Pe y posición de ranura Pb) para asegurar la calidad de la soldadura principalmente a partir de la información visual sobre el estado de la soldadura que difiere dependiendo de la condición de soldadura C, y operar la posición de alambre Pw y el electrodo 82 sobre la base de su experiencia, con lo cual logra una soldadura de alta calidad. Sobre la base de los hallazgos anteriores, los presentes autores de la invención consideraron posible obtener la posición objetivo relativa Rt a partir del historial de operación de un soldador, en lugar de la condición de soldadura C, dado que la operación debería reflejar la diferencia en la condición de soldadura C.

Más específicamente, la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa determina la posición objetivo relativa Rt correspondiente a la condición de soldadura C a partir de la cantidad de soldadura característica P anterior, mediante el uso del modelo de aprendizaje obtenido a través del aprendizaje automático de una pluralidad de conjuntos de datos en los que la cantidad de soldadura característica previa descrita anteriormente está asociada con la posición relativa previa descrita anteriormente (modelo de aprendizaje basado en la posición). Es decir, para cada uno de los trabajos de soldadura cuyo tiempo, lugar y objetivo 9 de soldadura son diferentes, la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa obtiene, una pluralidad de veces en momentos diferentes, un conjunto de información sobre cantidades de soldadura características P tales como la posición de baño de fusión Pm y la posición de alambre Pw al mismo tiempo. Por consiguiente, resulta posible obtener, en diferentes momentos, una pluralidad de conjuntos de datos donde la posición de baño de fusión Pm, la posición de alambre Pw y el registro de los valores calculados de la posición relativa de la posición de baño de fusión Pm y la posición de alambre Pw están asociados. La pluralidad de conjuntos de datos se utiliza como datos de aprendizaje. Para aprender los datos de aprendizaje, se puede aplicar una técnica conocida, como se describe anteriormente. El modelo de aprendizaje obtenido mediante el aprendizaje incluye una relación derivada entre la posición de baño de fusión Pm y la posición de alambre Pw en la soldadura por un soldador, y el resultado del cálculo de la posición relativa de la posición de baño de fusión Pm y la posición de alambre Pw. Así, mediante el uso del modelo de aprendizaje, resulta posible obtener la posición relativa del baño de alambre o similar que establecería un soldador, para una cantidad de soldadura característica P que sirve como entrada. Por lo tanto, la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa puede determinar la posición objetivo relativa Rt correspondiente a la cantidad de soldadura característica P mediante el uso del modelo de aprendizaje.

Con la configuración anterior, se aprende la relación entre el registro de la cantidad de soldadura característica P, tal

como la posición del baño de fusión  $P_m$ , y la posición del alambre 8w de soldadura obtenida como resultado de la operación del objetivo 8T de control de posición, tal como el alambre 8w de soldadura por un soldador en una soldadura previa, y el registro de la posición relativa obtenida a partir del resultado. Además, sobre la base del resultado del aprendizaje, la posición objetivo relativa  $R_t$  se obtiene a partir de la cantidad de soldadura característica  $P$ , tal como la posición del baño 8m de fusión y la posición del alambre 8w de soldadura. Como resultado, resulta posible determinar adecuadamente la posición objetivo relativa  $R_t$ . Además, resulta posible enfrentarse fácilmente a condiciones de soldadura  $C$  no experimentadas. Por ejemplo, cuando se puede determinar una tendencia a partir de datos masivos (datos de aprendizaje), tal como una relación lineal de la posición objetivo relativa  $R_t$  del alambre 8w de soldadura y el baño 8m de fusión, una condición de la soldadura  $C$  no experimentada cercana a una condición experimentada previamente o una condición no experimentada que interpola una pluralidad de conjuntos de datos están dentro de un intervalo de modelización lineal y, así, se le puede hacer frente. Además, mediante el uso de la posición objetivo relativa determinada en consecuencia  $R_t$  para el control de la posición, resulta posible obtener una calidad de la soldadura parecida a la realizada por un soldador.

En algunas otras realizaciones, la posición objetivo relativa  $R_t$  correspondiente a la condición de soldadura  $C$  puede establecerse con antelación en un dispositivo de conversión del valor objetivo tal como una función o una tabla teniendo en cuenta la condición de aportación de calor o similar, y la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa puede usar el dispositivo de conversión del valor objetivo para determinar la posición objetivo relativa  $R_t$  a partir de la condición de soldadura  $C$ . Específicamente, la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa puede determinar la posición objetivo relativa  $R_t$  a partir de la condición de soldadura  $C$  generada usando el modelo de aprendizaje basado en condiciones descrito anteriormente, mediante el uso del dispositivo de conversión del valor objetivo para obtener la posición objetivo relativa  $R_t$  correspondiente a la condición de soldadura  $C$ . De forma alternativa, la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa puede determinar la posición objetivo relativa  $R_t$  a partir de la cantidad de soldadura característica  $P$ , usando el dispositivo de conversión del valor objetivo para obtener la posición objetivo relativa  $R_t$  correspondiente a la cantidad de soldadura característica  $P$ , a partir de la cantidad de soldadura característica  $P$  generada usando el modelo de aprendizaje basado en la posición descrito anteriormente. En consecuencia, resulta posible calcular la posición objetivo relativa  $R_t$  correspondiente a la condición de soldadura  $C$ .

A continuación, se describirán algunas otras realizaciones del dispositivo 1 de control de soldadura en referencia a las figuras 6 y 7. La figura 6 es un gráfico que muestra la relación entre la posición de baño de fusión  $P_m$ , la posición de alambre  $P_w$  y el historial de operación de un soldador, según una realización de la presente invención. La figura 7 es un diagrama que muestra la lógica de detección de un problema en la soldadura, según una realización de la presente invención.

En algunas realizaciones, el dispositivo 1 de control de soldadura puede incluir además una parte 4 de determinación de la necesidad de control de posición configurada para determinar la necesidad de un control de posición del objetivo 8T de control de posición sobre la base de una diferencia entre la posición objetivo relativa  $R_t$  y la posición real relativa  $R_r$ . En este caso, la parte 5 de control de posición está configurada para ejecutar un control de posición del objetivo 8T de control de posición tal como el alambre 8w de soldadura sobre la base de un resultado de determinación mediante la parte 4 de determinación de la necesidad de control de posición.

Se describirá el gráfico de la figura 6. El eje horizontal es la posición de baño de fusión  $P_m$  y el eje vertical es la posición de alambre  $P_w$ . La operación de un soldador se traza con respecto a la posición de baño de fusión  $P_m$  y la posición de alambre  $P_w$ . En otras palabras, la figura 6 muestra cómo ha operado un soldador para cada combinación de la posición de baño de fusión  $P_m$  y la posición de alambre  $P_w$ . Específicamente, el soldador operó hacia abajo en los puntos trazados como cuadrados sólidos (operación hacia abajo) y hacia arriba en los puntos trazados como cuadrados sombreados claros (operación hacia arriba). El soldador no llevó a cabo ninguna operación en los puntos trazados como círculos huecos blancos. Además, la posición de baño de fusión  $P_m$  y la posición de alambre  $P_w$  en el gráfico representado en la figura 6 son posiciones relativas desde el punto original, que es el extremo inferior izquierdo de la imagen capturada  $V$  (véase la figura 2). Sin embargo, la presente invención no se limita a la presente realización, y el punto original de la coordenada puede ser cualquier otra posición.

El valor del eje vertical en la figura 6 es mayor que el valor del eje horizontal en una constante  $S$ . La línea discontinua es una línea que conecta puntos en los cuales la posición de alambre  $P_w$  es mayor que la posición de baño de fusión  $P_m$  en una constante  $S$ . Como se indica con la línea discontinua, la posición de baño de fusión  $P_m$  y la posición de alambre  $P_w$  difieren dependiendo de la velocidad de soldadura. Además, también con respecto a la posición relativa (distancia) del baño de alambre, cuando la velocidad de soldadura es alta, las posiciones de los alambres  $P_w$  de los puntos del trazado sin operación (círculos huecos) se concentran debajo de la línea discontinua, y la posición real relativa  $R_r$  es más corta. Por el contrario, cuando la velocidad de soldadura es baja, las posiciones de alambre  $P_w$  de los puntos del trazado sin operación (círculos huecos) se concentran por encima de la línea discontinua, y la posición real relativa  $R_r$  es más larga. En consecuencia, el gráfico muestra que la posición objetivo relativa  $R_t$  cambia según la condición de soldadura  $C$ .

Como se representa en la figura 6, mientras que la posición de alambre  $P_w$  tiene diversos valores en una determinada posición de baño de fusión  $P_m$ , tal como cuando la posición de baño de fusión  $P_m$  es "ax", el soldador

funciona en algunos casos y no funciona en otros casos. Además, de la figura 6, se puede ver que el soldador no opera en un determinado intervalo de la posición de alambre Pw en la posición de baño de fusión Pm, y opera hacia abajo cuando la posición de alambre Pw aumenta fuera del intervalo y hacia arriba cuando la posición de alambre Pw disminuye por debajo del intervalo. Es decir, según el análisis de la operación realizado por un soldador, cuando la diferencia de la posición real relativa Rr del alambre 8w de soldadura y el baño 8m de fusión ( $|Pw-Pm|$ ) está fuera de un intervalo predeterminado en el momento de soldar, el soldador lleva a cabo la operación para corregir la diferencia, según su experiencia.

Así, cuando la parte 4 de determinación de la necesidad de control de posición determina que la diferencia entre la posición objetivo relativa Rt y la posición real relativa Rr está dentro de un intervalo predeterminado, el control de la posición no se realiza en el alambre 8w de soldadura incluso si la posición objetivo relativa Rt y la posición real relativa Rr no son las mismas (se establece una zona de control muerta). En consecuencia, resulta posible completar la soldadura con menos operaciones y con una calidad parecida a la realizada por un soldador.

En algunas realizaciones, el intervalo predeterminado descrito anteriormente (en lo sucesivo, denominado "zona de control muerta" cuando sea apropiado) puede determinarse sobre la base de una pluralidad de conjuntos de datos del historial de operaciones en los que las cantidades características de soldadura previas están asociadas con la presencia o ausencia de operación del objetivo 8T de control de posición correspondiente a las cantidades características de soldadura previas, tales como una pluralidad de conjuntos de datos históricos de operación en los que la posición previa del baño de fusión y la posición previa del alambre en el momento de la soldadura previa están asociadas con la presencia o ausencia de operación de la posición previa del alambre en el momento de la soldadura previa. En este caso, la parte 4 de determinación de la necesidad de control de posición determina que es necesario realizar un control de posición en el objetivo 8T de control de posición tal como el alambre 8w de soldadura, si la diferencia entre la posición real relativa Rr descrita anteriormente y la posición objetivo relativa Rt se encuentra fuera de la zona de control muerta (intervalo predeterminado) determinada como se describe anteriormente. Por el contrario, si la diferencia anterior está dentro de la zona de control muerta, la parte 4 de determinación de la necesidad de control de posición determina que el control de posición del objetivo 8T de control de posición no es necesario.

Más específicamente, por ejemplo, una máquina de vectores de soporte (SVM) genera un modelo de categoría donde una cantidad de soldadura característica P es una entrada y una etiqueta de presencia/ausencia de operación es una salida, y se determina un plano límite de separación en el espacio de cantidad de soldadura característica a enfocar (en la figura 6, el espacio bidimensional de la posición de baño de fusión Pm y la posición de alambre Pw), que separa el espacio donde es necesaria una operación de intervención del operador (etiqueta: operación presente) y el espacio donde la operación de intervención es innecesaria (etiqueta: operación ausente). La línea obtenida en consecuencia es la línea continua y la línea mixta de dos puntos representadas en la figura 6. La línea continua es el límite de separación entre la operación hacia abajo presente y la operación ausente. El espacio encima de la línea continua es operación presente hacia abajo y el espacio debajo es operación ausente. La línea mixta de dos puntos es el límite de separación entre la operación hacia arriba presente y la operación ausente. El espacio sobre la línea continua es operación presente hacia arriba y el espacio debajo es operación ausente. El espacio entre los dos límites de separación es la zona de control muerta donde la operación es innecesaria.

En resumen, si la posición de alambre Pw con respecto a la posición de baño de fusión Pm es mayor que la línea continua en la figura 6, se realiza la operación hacia abajo. Si la posición de alambre Pw con respecto a la posición de baño de fusión Pm es menor que la línea mixta de dos puntos, se realiza la operación hacia arriba. Si está entre la línea continua y la línea mixta de dos puntos, no se realiza ninguna operación. En otras palabras, el intervalo entre la línea continua y la línea mixta de dos puntos en cada posición Pm del baño de fusión es la zona de control muerta, que sirve como intervalo objetivo de control de la posición de alambre Pw. Además, la posición objetivo relativa Rt calculada por la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa se encuentra dentro del intervalo objetivo de control.

En la realización representada en las figuras 3A y 3B, la parte 4 de determinación de la necesidad de control de posición está conectada a cada una de la parte 2 de determinación de la posición real relativa y a la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa. La posición real relativa Rr y la posición objetivo relativa Rt se introducen en la parte 4 de determinación de la necesidad de control de posición desde la parte 2 de determinación de la posición real relativa. Además, cuando se introducen la posición real relativa Rr y la posición objetivo relativa Rt, si la diferencia entre la posición real relativa Rr y la posición objetivo relativa Rt está dentro del intervalo de la zona de control muerta, la parte 4 de determinación de la necesidad de control de posición no realiza el control de posición de la posición de alambre Pw incluso si existe una diferencia entre la posición objetivo relativa Rt y la posición real relativa Rr. Por el contrario, si la diferencia entre la posición real relativa Rr y la posición objetivo relativa Rt se encuentra fuera del intervalo de la zona de control muerta, el control de posición de la posición de alambre Pw se realiza de modo que esté en el intervalo de la zona de control muerta.

Mientras tanto, es conocido que el rendimiento de identificación del SVM se deteriora considerablemente si los datos de operación presente (p. ej., operación hacia abajo presente, operación hacia arriba presente) son menores que los de operación ausente y existe un desequilibrio en el número de datos en los datos del historial de operaciones



recopilados (datos de aprendizaje). Así, para resolver el desequilibrio del número de datos, en la realización representada en la figura 6, la ponderación de clases se realiza sobre la base de la proporción del número de datos, para resolver el problema de subestimación de la clase de operación presente con datos más pequeños.

Con la configuración anterior, el intervalo para determinar la necesidad de ejecución del control de posición del alambre 8w de soldadura se determina sobre la base de la relación entre la presencia o ausencia de operación de la posición del alambre 8w de soldadura llevada a cabo por un soldador y la posición previa del baño de fusión y del alambre. En consecuencia, resulta posible establecer adecuadamente el intervalo predeterminado descrito anteriormente y completar automáticamente la soldadura con menos operaciones con una calidad parecida a la realizada por un soldador.

En algunas de las realizaciones descritas anteriormente, el intervalo predeterminado se puede determinar según la condición de soldadura C. Es decir, la zona de control muerta para determinar la necesidad de ejecución del control de posición del alambre 8w de soldadura es variable dependiendo de la condición de soldadura C, o la cantidad de soldadura característica P tal como la posición de baño de fusión Pm y la posición de alambre Pw que reflejan la condición de soldadura C. En consecuencia, resulta posible establecer el intervalo predeterminado descrito anteriormente (intervalo de la zona de control muerta) según la condición de soldadura C, y resulta posible abordar adecuadamente cada una de las condiciones de soldadura C donde es necesario realizar un control de posición estricto en la cantidad de soldadura característica P, tal como el alambre 8w de soldadura y la condición de soldadura C donde no es necesario.

En algunas otras realizaciones, el intervalo predeterminado puede ser constante independientemente de la condición de soldadura C.

Además, en algunas realizaciones, como se representa en las figuras 3A y 3B, la parte 2 de determinación de la posición real relativa descrita anteriormente puede incluir además una parte 23 de determinación de detección de anomalía que determina la detección de anomalía de la cantidad de soldadura característica P para cada uno de los períodos de control T descritos anteriormente detectados por la parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica (en lo sucesivo, denominada meramente detección de anomalía). Más específicamente, en un período de control normal Ts que es un período de control T en el que se determina que la detección de anomalía está ausente mediante la parte 23 de determinación de detección de anomalía, la parte 2 de determinación de la posición real relativa calcula la posición real relativa Rr sobre la base de la cantidad de soldadura característica P detectada a partir de la imagen capturada V obtenida en el período de control normal Ts.

Por otro lado, en algunas realizaciones, en un período de control anómalo Tf que es un período de control T en el que se determina que la detección de anomalía está presente mediante la parte 23 de determinación de detección de anomalía, la parte 2 de determinación de la posición real relativa puede calcular la posición real relativa Rr sobre la base de la cantidad de soldadura característica P detectada a partir de la imagen capturada V obtenida en un período de control normal Ts que ya terminó antes del período de control anómalo Tf. Es decir, en el período de control anómalo Tf, la parte 2 de determinación de la posición real relativa puede usar la posición real relativa Rr obtenida en el período de control normal Ts previo al período de control anómalo Tf.

La detección de anomalía anterior se refiere a cuando la cantidad de soldadura característica P es un valor atípico, incluido el caso en el que la cantidad de soldadura característica P no se detectó en absoluto a partir de la imagen capturada V en cada período de control T a través del procesamiento de imágenes mediante la parte 22 de detección de la cantidad de característica de soldadura, el caso en el que el valor de la cantidad de soldadura característica P realiza un cambio considerable inesperadamente, o el caso en el que el valor de la cantidad de soldadura característica P es un valor irrazonable. Por ejemplo, cuando la cantidad de calor de entrada determinada por la condición de soldadura C es demasiado pequeña, la imagen capturada V se vuelve demasiado oscura. Por otro lado, cuando la cantidad de calor de entrada es demasiado grande, la imagen capturada V se vuelve demasiado brillante. En dichos casos, puede ser imposible detectar adecuadamente la cantidad de soldadura característica P, incluidos fallos en la detección de la cantidad de soldadura característica P en el procesamiento de imágenes y la detección incorrecta.

Además, en la presente realización, en el período de control anómalo Tf, el control de soldadura no se detiene inmediatamente, sino que el trabajo de soldadura continúa mediante el uso de la posición real relativa Rr obtenida a partir de la imagen capturada V adquirida en el período de control normal Ts previo a la determinación. Esto se debe a que la detección de anomalía de la cantidad de soldadura característica P puede ser temporal debido a la cantidad de aportación de calor en la soldadura y puede recuperarse por sí misma.

Específicamente, en el período de control anómalo Tf, la cantidad de soldadura característica P detectada a partir de la imagen capturada V adquirida en un período de control normal anterior Ts puede introducirse en la parte 24 de cálculo, o la posición real relativa Rr de la imagen capturada V adquirida en un período de control normal anterior Ts puede extraerse de la parte 24 de cálculo. En la realización representada en las figuras 3A y 3B, la parte 23 de determinación de detección de anomalía determina la presencia o ausencia de detección de anomalía sobre la base del valor de la cantidad de soldadura característica P o la notificación de fallo de detección de la cantidad de

soldadura característica P introducida desde la parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica. Además, la parte 23 de determinación de detección de anomalía genera una cantidad de soldadura característica P introducida desde la parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica a la parte 24 de cálculo si se determina que la detección de anomalía está ausente.

Este punto se describirá en referencia a la figura 4. La figura 4 es un diagrama para describir la operación, en un período de control anómalo Tf, de una parte 2 de determinación de posición real relativa según una realización de la presente invención, donde existe un período de control normal Ts antes del período de control anómalo Tf durante un período de tiempo R predeterminado. La figura 4 muestra la repetición del período de control T con el tiempo, y cómo la cantidad de soldadura característica P (P1, P2,..., Pn-1, Pn+1,...: n es un número entero) se detecta a partir de la imagen capturada V adquirida en cada período de control T.

Además, en la realización representada en la figura 4, el período de control T antes y después del n-ésimo período es el período de control normal Ts, y el n-ésimo período es el período de control anómalo Tf. Así, la parte 2 de determinación de la posición real relativa (parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica) no puede detectar la cantidad de soldadura característica P a partir de la imagen capturada V adquirida en el n-ésimo período de control T (período de control anómalo Tf). Así, la parte 2 de determinación de la posición real relativa utiliza en su lugar la cantidad de soldadura característica P detectada a partir de la imagen capturada V del período de control normal Ts anterior al (antes) n-ésimo período de control anómalo Tf, como la cantidad de soldadura característica P detectada a partir de la imagen capturada V del n-ésimo período de control anómalo Tf.

Además, por ejemplo, la parte 2 de determinación de la posición real relativa puede configurarse para, en cada período de control anómalo Tf, si no hay un período de control normal Ts en el período anterior al período de control anómalo Tf durante un período de tiempo R determinado según la cantidad de soldadura característica P, no se determina la posición real relativa Rr en el período de control anómalo Tf. En otras palabras, se puede notificar si el período posterior al período de control anómalo Tf y antes del primer período de control normal Ts siguiente sobrepasa un período de tiempo R predeterminado. De forma alternativa, la parte 23 de determinación de detección de anomalía puede emitir una notificación que se describe a continuación.

Además, por ejemplo, en la figura 4, en el caso de que el (n-1)-ésimo período de control sea un período de control anómalo Tf, se puede utilizar en su lugar la cantidad de soldadura característica P en el (n-2)-ésimo período de control normal Ts. Además, aunque la cantidad de soldadura característica P en el (n-1)-ésimo (inmediatamente antes) período de control normal Ts se usa en la figura 4, la cantidad de soldadura característica P alternativa puede tomarse de cualquier período de control normal Ts incluido en el período de tiempo R predeterminado descrito anteriormente.

En la realización representada en las figuras 1 a 3B, en un único ciclo del período de control T en el que la parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica descrita anteriormente detecta la cantidad de soldadura característica P, la parte 21 de adquisición de imagen capturada adquiere una pluralidad de imágenes V capturadas, que se acumulan en el dispositivo de almacenamiento "m" o similar. Además, la parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica detecta la cantidad de soldadura característica P a partir de una pluralidad de imágenes capturadas V acumuladas en cada período de control T, y determina que la detección de anomalía anterior está presente si no se puede detectar ninguna cantidad de soldadura característica P objetivo a partir de la pluralidad de imágenes capturadas V (sin datos efectivos). De esta manera, mientras se realiza adecuadamente el control de posición del objetivo 8T de control de posición, se reduce la carga de proceso para el control de la posición en cada imagen capturada. En la presente realización, en el caso de que se detecta una pluralidad de valores de una pluralidad de imágenes capturadas V en relación con una posición de la posición de alambre Pw o similar en el período de control normal Ts, el valor detectado de la última imagen capturada V en un solo ciclo del período de control normal Ts a partir de las imágenes capturadas V detectadas con las posiciones adecuadas, por ejemplo, que se consideran más adecuadas como estándar de control, puede usarse como la cantidad de soldadura característica P en cálculos futuros de la posición real relativa Rr.

Sin embargo, la presente invención no se limita a las realizaciones representadas en las figuras 1 a 3B. En algunas otras realizaciones, la parte 21 de adquisición de imagen capturada puede adquirir una imagen capturada V en un único ciclo del período de control T. En este caso, la parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica determina que la detección de anomalía está presente, si una cantidad de soldadura característica P objetivo no se puede detectar a partir de una única imagen capturada V adquirida en cada período de control T.

Con la configuración anterior, si la cantidad de soldadura característica P no se detecta adecuadamente a partir de la imagen capturada V, se puede usar la posición real relativa Rr basada en una imagen capturada V donde no se determina que esté presente ninguna detección de anomalía, mediante el cálculo de la posición real relativa Rr usando de forma alternativa la cantidad de soldadura característica P (cantidad característica alternativa) detectada a partir de la imagen capturada V adquirida en el período de control normal inmediatamente anterior Ts, por ejemplo. De esta manera resulta posible continuar soldando. Además, resulta posible impedir que la soldadura se controle sobre la base de una cantidad de soldadura característica P con una detección de anomalía, y por tanto resulta posible impedir daños al objetivo 9 de soldadura o al dispositivo 8 de ejecución de soldadura y mejorar la fiabilidad

del dispositivo 1 de control de soldadura.

Además, en algunas otras realizaciones, en el período de control anómalo Tf, la parte 2 de determinación de la posición real relativa puede no controlar el objetivo 8T de control de posición al no enviar la posición real relativa Rr a la parte 24 de cálculo.

En algunas realizaciones relacionadas con la detección de anomalía descrita anteriormente, como se representa en las figuras 3A y 3B, la parte de determinación de detección de anomalía descrita anteriormente 23 notifica si el período después del período de control anómalo Tf y antes del primer período de control normal Ts siguiente sobrepasa un período de tiempo R predeterminado determinado según el objetivo 8T de control de posición como el alambre 8w de soldadura (véase la figura 5). Es decir, si la detección de anomalía de la cantidad de soldadura característica P de la imagen capturada V continúa durante más tiempo que el período de tiempo R predeterminado, la parte 23 de determinación de detección de anomalía notifica la necesidad de determinar si resulta posible continuar soldando. Esta notificación es para notificar la detección de anomalía de la cantidad de soldadura característica P. Por ejemplo, la notificación puede dirigirse a un operador, o una salida de un mensaje de notificación de anomalía en un visualizador o una notificación de sonido o voz. La parte 23 de determinación de detección de anomalía puede enviar automáticamente una orden para detener la soldadura al dispositivo 8 de ejecución de soldadura al mismo tiempo que la notificación.

Este punto se describirá en referencia a la figura 5. La figura 5 es un diagrama para describir la operación, en un período de control anómalo Tf, de una parte 2 de determinación de posición real relativa según una realización de la presente invención, donde no existe un período de control normal Ts antes del período de control anómalo Tf durante un período de tiempo R predeterminado. Además, en la realización representada en la figura 5, el período de control (Pn-1)-ésimo T es el período de control normal Ts, y los períodos posteriores Pn-ésimo a (Pn+m-1)-ésimo son los períodos de control anómalo Tf. En este caso, la parte 2 de determinación de la posición real relativa (parte 22 de detección de la cantidad de soldadura característica) no puede detectar la cantidad de soldadura característica P a partir de la imagen capturada V adquirida en el período de control anómalo Tf n-ésimo al (n+m1)-ésimo. Además, el (n+m)-ésimo período de control T sobrepasa el período de tiempo R predeterminado anteriormente, ya sea el período de control normal Ts o el período de control anómalo Tf. Así, la parte 23 de determinación de detección de anomalía emite la notificación anterior después del final del (n+m-1)-ésimo período de control T. Además, la parte 23 de determinación de detección de anomalía puede emitir una orden para detener la soldadura descrita anteriormente al mismo tiempo que la notificación. Además, en los períodos de control anómalos Tf (Pn+1)-ésimo a (Pn+m-1)-ésimo en la figura 5, en su lugar se puede utilizar la cantidad de soldadura característica P en el período de control normal Ts.

Si bien la cantidad P de la característica de soldadura cambia con el tiempo, el período de tiempo R predeterminado anterior es un período en el que la soldadura puede continuar sin control incluso si la cantidad de soldadura característica P cambia. Transcurrido el período de tiempo R predeterminado, se emite la notificación. De esta manera, resulta posible mejorar la fiabilidad de la soldadura mientras se continúa soldando el mayor tiempo posible.

Además, por ejemplo, el electrodo 82 se puede utilizar para soldar de forma continua sin control durante una vida útil potencial relativamente larga porque la forma de la ranura (pared del objetivo 9 de soldadura) rara vez sufre un cambio abrupto. Sin embargo, el alambre 8w de soldadura se extrae de un carrete para ser utilizado y, por tanto, la posición del alambre 8w de soldadura puede cambiar de repente, y puede cambiar fácilmente desde la posición en la imagen capturada V inmediatamente antes de la detección de una anomalía. Así, la vida útil potencial del alambre 8w de soldadura, que puede continuar sin soldar, es relativamente corta. Como se describe anteriormente, mediante la determinación del período de tiempo R predeterminado anterior según la cantidad de soldadura característica P, resulta posible continuar soldando de manera adecuada al momento de detección de anomalía de diversas cantidades características de soldadura incluidas en la cantidad de soldadura característica P.

Además, en algunas realizaciones, como se representa en las figuras 3A, 3B y 7, el dispositivo 1 de control de soldadura puede incluir además una parte 6 de corrección de la posición objetivo que corrige la posición objetivo relativa Rt determinada por la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa, si se detecta un fenómeno problemático en la soldadura. En la realización representada en la figura 7, antes de que la posición objetivo relativa Rt emitida por la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa se introduzca en la parte 4 de determinación de la necesidad de control de posición, la cantidad de corrección emitida por la parte 6 de corrección de la posición objetivo tras la detección de un fenómeno problemático en la soldadura corrige la posición objetivo relativa Rt. En el caso de que la posición objetivo relativa Rt se corrige mediante la parte 6 de corrección de la posición objetivo, una posición objetivo relativa corregida Rt' y la posición real relativa Rr se introducen en la parte 4 de determinación de la necesidad de control de posición.

Además, el fenómeno problemático en la soldadura anterior es un fenómeno tal como gotitas fundidas que se producen cuando la punta del alambre 8w de soldadura no está en el baño 8m de fusión, y empalme por colisión de la punta del alambre 8w de soldadura y el objetivo 9 de soldadura en la parte inferior del baño 8m de fusión. La gotita fundida es una bola de metal en fase líquida formada por la fusión del alambre 8w de soldadura, que se encuentra en el baño 8m de fusión, debido a la fusión de la punta del alambre 8w de soldadura por el calor del arco

en un estado en el que la punta del alambre 8w de soldadura se levanta hacia arriba debido a la flexión y no se inserta en el baño 8m de fusión. Por ejemplo, resulta posible detectar el estado elevado de la punta del alambre 8w de soldadura desde el baño 8m de fusión, al detectar gotitas a través del procesamiento de imágenes de la imagen capturada V cuando la punta del alambre 8w de soldadura se levanta hacia arriba desde el baño 8m de fusión debido a la flexión o similar del alambre 8w de soldadura, el alambre 8w de soldadura puede no fundirse completamente y colisionar con el electrodo 82. Cuando el alambre 8w de soldadura colisiona con el electrodo 82, el electrodo 82 y el alambre 8w de soldadura pueden provocar un cortocircuito y la descarga del arco puede suspenderse, o el electrodo 82 puede romperse.

Como se describe anteriormente, en el caso de que se produzcan gotitas cuando la punta del alambre 8w de soldadura no está en el baño 8m de fusión, es necesario llevar la punta del alambre 8w de soldadura para que esté en contacto con el baño 8m de fusión. Así, es necesario mover la punta del alambre 8w de soldadura hacia abajo. Además, en el caso de que se produzca un empalme por colisión entre la punta del alambre 8w de soldadura y el objetivo 9 de soldadura en la parte inferior del baño 8m de fusión, es necesario mover la punta del alambre 8w de soldadura hacia arriba para detener la colisión.

Además, el control de posición del alambre 8w de soldadura en el momento de la detección de un fenómeno problemático en la soldadura se debe realizar por separado del control de posición del alambre 8w de soldadura para llevar la posición real relativa  $R_r$  a la posición objetivo relativa  $R_t$ , los dos los controles están dirigidos en direcciones opuestas, siendo un control dirigido hacia abajo y siendo el otro control dirigido hacia arriba, por ejemplo, lo que puede provocar oscilaciones del control.

Así, como se representa en la figura 7, resulta posible evitar la oscilación descrita anteriormente al corregir la posición objetivo relativa  $R_t$  sobre la base de un fenómeno problemático en la soldadura.

A continuación, el procedimiento de control de soldadura correspondiente al dispositivo 1 de control de soldadura (programa de control de soldadura) descrito anteriormente se describirá en referencia a la figura 8. La figura 8 es un diagrama que muestra el procedimiento para controlar la soldadura según una realización de la presente invención.

El procedimiento de control de soldadura es un procedimiento para controlar la posición del objetivo 8T de control de posición que incluye por lo menos uno de entre el alambre 8w de soldadura usado en la soldadura del objetivo 9 de soldadura, o el electrodo 82 para fundir el alambre 8w de soldadura. Como se representa en la figura 8, el procedimiento de control de soldadura incluye una etapa de determinación de la posición real relativa (S1) (etapa de determinación de la posición real), una etapa de determinación de la posición objetivo relativa (S2) (etapa de determinación de la posición objetivo) y una etapa de control de posición (S4). Además, el procedimiento de control de soldadura puede incluir una etapa de determinación de la necesidad de control de posición (S3), como se representa en la figura 8.

El procedimiento de control de soldadura se describirá a lo largo de las etapas en referencia a la figura 8. El flujo de la figura 8 se ejecuta repetidamente, por ejemplo periódicamente, por ejemplo, durante un trabajo de soldadura.

En la etapa S1 de la figura 8, se ejecuta la etapa de determinación de la posición real relativa. La etapa de determinación de la posición real relativa (S1) es una etapa de determinación de la posición real relativa R descrita anteriormente, sobre la base de la imagen capturada V. La etapa de determinación de la posición real relativa (S1) es parecida al proceso ejecutado por la parte 2 de determinación de la posición real relativa descrito anteriormente y, por tanto, no descrita aquí en detalle. En la realización representada en la figura 8, la imagen capturada V se adquiere a partir de la parte 83 de captura descrita anteriormente en la etapa S11 (etapa de adquisición de imagen capturada), la cantidad de soldadura característica P descrita anteriormente se detecta a partir de la imagen capturada V en la etapa S12 (etapa de detección de la cantidad de soldadura característica), y la posición real relativa anterior  $R_r$  se calcula sobre la base de la cantidad de soldadura característica P en la etapa S13 (etapa de cálculo).

En este momento, en algunas realizaciones, el procedimiento de control de soldadura puede incluir además una etapa de determinación de detección de anomalía (no representada) para determinar la detección de anomalía de la cantidad de soldadura característica P en la etapa de detección de la cantidad de soldadura característica (S12). La etapa de determinación de detección de anomalía es parecida al proceso ejecutado por la parte 23 de determinación de detección de anomalía descrito anteriormente y, así, no se describe aquí en detalle.

En la etapa 2, se ejecuta la etapa de determinación de la posición objetivo relativa. La etapa de determinación de la posición objetivo relativa (S2) es una etapa para determinar la posición objetivo relativa  $R_t$  descrita anteriormente. La etapa de determinación de la posición objetivo relativa (S2) es parecida al proceso ejecutado por la parte 3 de determinación de la posición objetivo relativa descrito anteriormente y, así, no se describe aquí en detalle. En algunas realizaciones, la posición objetivo relativa  $R_t$  puede determinarse mediante un procedimiento que utiliza el aprendizaje automático descrito anteriormente.

En la etapa S3, se ejecuta la etapa de determinación de la necesidad de control de posición. La etapa de determinación de la necesidad de control de posición (S3) es una etapa para determinar la necesidad del control de

posición del objetivo 8T de control de posición sobre la base de la diferencia entre la posición objetivo relativa  $R_t$  y la posición real relativa  $R_r$ . La etapa de determinación de la necesidad de control de posición (S3) es parecida al proceso ejecutado por la parte 4 de determinación de la necesidad de control de posición descrito anteriormente y, así, no se describe aquí en detalle. En la realización representada en la figura 8, en la etapa S31, se determina si la diferencia entre la posición objetivo relativa  $R_t$  y la posición real relativa  $R_r$  está fuera de la zona de control muerta descrita anteriormente. Si se determina que la diferencia está fuera de la zona de control muerta, se determina que el control de posición del objetivo 8T de control de posición es necesario, y el flujo continúa a la siguiente etapa S4. A continuación, en la etapa S31, si se determina que la diferencia entre la posición objetivo relativa  $R_t$  y la posición real relativa  $R_r$  está fuera de la zona de control muerta, se determina que el control de posición del objetivo 8T de control de posición no es necesario, y se termina el flujo.

En la etapa S4, se ejecuta la etapa de control de posición. La etapa de control de posición (S4) es una etapa para realizar un control de posición en el objetivo 8T de control de posición para llevar la posición real relativa  $R_r$  determinada en la etapa de determinación de la posición real relativa (S1) anteriormente descrita a la posición objetivo relativa  $R_t$  determinada en la etapa de determinación de la posición objetivo relativa (S2) descrita anteriormente. La etapa de control de posición (S4) es parecida al proceso ejecutado por la parte 5 de control de posición descrito anteriormente y, así, no se describe aquí en detalle.

Además, en algunas realizaciones, el procedimiento de control de soldadura puede incluir además una etapa de corrección de la posición objetivo para corregir la posición objetivo relativa  $R_t$  determinada en la etapa de determinación de la posición objetivo relativa (S2), si se detecta un fenómeno problemático en la soldadura. La etapa de corrección de la posición objetivo es parecida al proceso ejecutado por la parte 6 de corrección de la posición objetivo descrito anteriormente y, así, no se describe aquí en detalle. Además, la etapa de determinación de la posición objetivo relativa (S2) se puede ejecutar entre la etapa S2 y la etapa S3 de la figura 8 (véase la figura 7).

Las realizaciones de la presente invención se describieron en detalle anteriormente, pero la presente invención no se limita a ellas, y se pueden implementar diversas enmiendas y modificaciones dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones.

#### Lista de signos de referencia

1	Dispositivo de control de soldadura
10	Programa de control de soldadura
M	Dispositivo de almacenamiento
2	Parte de determinación de la posición real relativa
21	Parte de adquisición de imagen capturada
22	Parte de detección de la cantidad de soldadura característica
23	Parte de determinación de detección de anomalía
24	Parte de cálculo
3	Parte de determinación de la posición objetivo relativa
31	Parte de adquisición del estado de soldadura
32	Parte de determinación del objetivo basada en la condición
34	Parte de determinación del objetivo basada en la posición
4	Parte de determinación de necesidad
5	Parte de control de posición
6	Parte de corrección de la posición objetivo
7	Dispositivo de soldadura
8	Dispositivo de ejecución de soldadura
8T	Objetivo de control de posición
81	Introdutor de alambre
82	Electrodo
83	Parte de captura
8m	Baño de fusión
8w	Alambre de soldadura
9	Objetivo de soldadura
91	Ranura (objetivo de soldadura)
C	Condición de la soldadura
P	Cantidad de soldadura característica
Pm	Baño de fusión
Pw	Posición de alambre
Pb	Posición de ranura
Pe	Posición de electrodo
Rr	Posición relativa real
Rt	Posición relativa objetivo
S	Constante
V	Imagen capturada
T	Período de control

Tf	Período de control anómalo
Ts	Período de control normal

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema que comprende un alambre (8w) de soldadura usado en la soldadura de un objetivo (9) de soldadura, un electrodo (82) para fundir el alambre de soldadura y un dispositivo (1) de control de soldadura configurado para controlar un objetivo (8T) de control de posición que incluye ambos el alambre (8w) de soldadura y el electrodo (82) para fundir el alambre de soldadura,  
5 **caracterizado por que** el alambre (8w) de soldadura y el electrodo (82) están configurados cada uno para moverse entre sí en cada una de una dirección de soldadura que es una dirección longitudinal horizontal y otra dirección horizontal que es ortogonal a la dirección de soldadura, el dispositivo de control de soldadura que comprende:  
10 una parte (2) de determinación de la posición real configurada para determinar una posición real del objetivo (8T) de control de posición sobre la base de una cantidad de soldadura característica (P) detectada a partir de una imagen capturada (V) capturada para incluir por lo menos el objetivo de control de posición, la cantidad de soldadura característica (P) que incluye tanto una posición de alambre (Pw) del alambre de soldadura como una posición de electrodo (Pe) del electrodo;  
15 una parte (3) de determinación de la posición objetivo configurada para determinar una posición objetivo que es un objetivo de la posición real correspondiente a una condición de soldadura (C) para soldar el objetivo de soldadura en el que la condición de soldadura incluye por lo menos una condición de una corriente de electrodo, una tensión de electrodo, una velocidad de soldadura, una cantidad de introducción del alambre de soldadura por unidad de tiempo o anchura de ranura; y  
20 una parte (5) de control de posición configurada para ejecutar un control de posición del objetivo de control de posición para llevar la posición real a la posición objetivo.  
25
2. El sistema según la reivindicación 1,  
en el que la imagen capturada (V) además incluye por lo menos una de una ranura (91) del objetivo (9) de soldadura o un baño (8m) de fusión formado en la ranura mediante la fusión del alambre de soldadura,  
30 en el que la cantidad de soldadura característica (P) además incluye por lo menos una de una posición de ranura (Pb) de la ranura o una posición de baño de fusión (Pm) del baño de fusión, en el que la posición real incluye una posición real relativa (Rr) que es una posición relativa de por lo menos una de la posición del alambre o la posición del electrodo con respecto a la posición de la ranura o la posición del baño de fusión, y  
35 en el que la posición objetivo incluye una posición objetivo relativa (Rt) que es un objetivo de la posición relativa correspondiente a la condición de soldadura para soldar el objetivo de soldadura.
3. El sistema según la reivindicación 1 o 2,  
40 en el que la parte de determinación de la posición objetivo incluye:  
una parte (31) de adquisición de la condición de soldadura configurada para adquirir el estado de soldadura; y  
una parte (32) de determinación del objetivo basada en la condición configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura, sobre la base de una relación entre una condición de soldadura previa en el momento de una soldadura previa y una posición previa que es la posición real establecida en la condición de soldadura previa.  
45
4. El sistema según la reivindicación 3,  
en el que la parte de determinación del objetivo basada en la condición (32) está configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura mediante el uso de un modelo de aprendizaje obtenido  
50 a través del aprendizaje automático de una pluralidad de conjuntos de datos en los que la condición de soldadura previa está asociada con la posición previa establecida bajo la condición de soldadura previa.
5. El sistema según la reivindicación 2,  
en el que la parte de determinación de la posición objetivo incluye:  
55 una parte (34) de determinación del objetivo basada en la posición configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura (C) a partir de la cantidad de soldadura característica (P), sobre la base de una relación entre una cantidad de característica de soldadura previa en el momento de una soldadura previa realizada bajo una condición de la soldadura previa en el momento de la soldadura previa y una posición previa que es una posición relativa de la cantidad de soldadura característica previa.  
60
6. El sistema según la reivindicación 5,  
en el que la parte (3) de determinación de la posición objetivo está configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura (C) a partir de la cantidad de soldadura característica (P), mediante el uso de un modelo de aprendizaje obtenido a través del aprendizaje automático de una pluralidad de conjuntos de  
65 datos en los que se asocia la cantidad de soldadura característica previa y la posición previa.

7. El sistema según la reivindicación 4 o 6,  
en el que la parte (3) de determinación de la posición objetivo está configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura (C) a partir de la cantidad de soldadura característica (P), usando una función o una tabla para obtener la posición objetivo correspondiente a la cantidad de soldadura característica, la función o la tabla que se genera mediante el uso del modelo de aprendizaje.

8. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en el que el dispositivo de control de soldadura comprende además una parte (4) de determinación de la necesidad de control de posición configurada para determinar la necesidad de un control de posición del objetivo (8T) de control de posición sobre la base de una diferencia entre la posición objetivo (Rt) y la posición real (Rr),  
en el que la parte de control de posición (5) está configurada para ejecutar un control de posición del objetivo de control de posición sobre la base de un resultado de determinación mediante la parte de determinación de la necesidad de control de posición.

9. El sistema según la reivindicación 8,  
en el que la parte (4) de determinación de la necesidad de control de posición está configurada para determinar que el control de posición del objetivo (8T) de control de posición es necesario, si la diferencia entre la posición real y la posición objetivo está fuera de un intervalo predeterminado determinado sobre la base de una pluralidad de conjuntos de datos históricos de operación en los que una cantidad de soldadura característica previa en el momento de una soldadura previa está asociada con la presencia o ausencia de operación del objetivo de control de posición relacionado con la cantidad de soldadura característica previa.

10. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la parte de determinación de la posición real incluye:

una parte (21) de adquisición de imagen capturada configurada para adquirir la imagen capturada (V) desde una parte (83) de captura configurada para capturar la imagen capturada;  
una parte (22) de detección de la cantidad de soldadura característica configurada para detectar la cantidad de soldadura característica a partir de la imagen capturada en cada uno de un período de control predeterminado; y  
una parte (24) de cálculo configurada para calcular la posición real sobre la base de la cantidad de soldadura característica (P).

11. El sistema según la reivindicación 10,

en el que la parte de determinación de la posición real además incluye:  
una parte (23) de determinación de detección de anomalía configurada para determinar una detección de anomalía de la cantidad de soldadura característica en cada uno de los períodos de control por la parte (22) de detección de la cantidad de soldadura característica, y  
en el que la parte de determinación de la posición real está configurada para:

calcular, en un período de control normal (Ts), siendo el período de control (T) en el que se determina que la detección de anomalía está ausente, la posición real sobre la base de la cantidad de soldadura característica (C) detectada a partir de la imagen capturada (V) adquirida en el período de control normal; y  
calcular, en un período de control anómalo (Tf), siendo el período de control (T) en el que se determina que está presente la detección de anomalía, la posición real sobre la base de la cantidad de soldadura característica detectada a partir de la imagen capturada (V) adquirida en el período de control normal (Ts) previo al período de control anómalo.

12. El sistema según la reivindicación 11,

en el que la parte (22) de detección de la cantidad de soldadura característica está configurada para detectar la cantidad de soldadura característica a partir de una pluralidad de imágenes capturadas adquiridas en los períodos de control respectivos, y  
en el que la parte (23) de determinación de detección de anomalía está configurada para determinar que la detección de anomalía está presente si la cantidad de soldadura característica no se detecta a partir de la pluralidad de imágenes capturadas adquiridas en los períodos de control respectivos.

13. El sistema según la reivindicación 12,

en el que la parte de determinación de la posición real está configurada para:  
no determinar, en el período de control anómalo, la posición real en el período de control anómalo si el período de control normal no existe dentro de un período previo al período de control anómalo durante un período de tiempo predeterminado determinado según la cantidad de soldadura característica.

14. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que la parte (23) de determinación de detección de anomalía está configurada para notificar cuando un período después del período de control anómalo



(Tf) y antes del primer período de control normal (Ts) siguiente es más largo que un período de tiempo predeterminado determinado según la cantidad de soldadura característica (P).

15. El sistema según la reivindicación 14,  
en el que la parte (24) de determinación de detección de anomalía está configurada para enviar, a un dispositivo (8) de ejecución de soldadura, una orden para detener la soldadura del objetivo de soldadura.

16. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en el que el dispositivo de control de soldadura comprende además una parte (6) de corrección de la posición objetivo configurada para corregir la posición objetivo determinada por la parte de determinación de la posición objetivo si se detecta un fenómeno problemático en la soldadura.

17. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 16, en el que la cantidad de soldadura característica (P) incluye la posición del alambre (Pw) y la posición de baño de fusión (Pm) del baño de fusión, y en el que el objetivo de control de posición está compuesto por el alambre de soldadura.

18. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17,

en el que la condición de soldadura comprende una pluralidad de condiciones de soldadura, y  
en el que la parte (3) de determinación de la posición objetivo está configurada para determinar la posición objetivo correspondiente a la condición de soldadura que incluye una condición agregada que agrega por lo menos dos de la pluralidad de condiciones de soldadura.

19. Un procedimiento para controlar la soldadura configurado para controlar un sistema que comprende un alambre (8w) de soldadura usado en la soldadura de un objetivo (9) de soldadura, un electrodo (82) para fundir el alambre de soldadura y un dispositivo (1) de control de soldadura configurado para controlar un objetivo (8T) de control de posición, que incluye tanto el alambre (8w) de soldadura como el electrodo (82), **caracterizado por que** el alambre (8w) de soldadura y el electrodo (82) están configurados cada uno para moverse relativamente entre sí en cada una de una dirección de soldadura que es una dirección longitudinal horizontal y otra dirección horizontal que es ortogonal a la dirección de soldadura, comprendiendo el procedimiento:

una etapa (S1) de determinar una posición real del objetivo (8T) de control de posición sobre la base de una cantidad de soldadura característica (P) detectada a partir de una imagen capturada (V) capturada para incluir por lo menos el objetivo de control de posición, la cantidad de soldadura característica que incluye tanto una posición de alambre (Pw) del alambre de soldadura como una posición de electrodo (Pe) del electrodo;  
una etapa (S2) de determinar una posición objetivo que es un objetivo de la posición real correspondiente a una condición de soldadura (C) para soldar el objetivo de soldadura, en el que la condición de soldadura (c) incluye por lo menos una condición de una corriente de electrodo, una tensión de electrodo, una velocidad de soldadura, una cantidad de introducción del alambre de soldadura por unidad de tiempo o una anchura de ranura; y  
una etapa (S4) de ejecutar un control de posición del objetivo de control de posición para llevar la posición real a la posición objetivo.

20. El procedimiento para controlar la soldadura según la reivindicación 19,

en el que la imagen capturada (V) además incluye por lo menos una de una ranura (91) del objetivo (9) de soldadura o un baño (8m) de fusión formado en la ranura mediante la fusión del alambre de soldadura,  
en el que la cantidad de soldadura característica (P) además incluye por lo menos una de una posición de ranura (Pb) de la ranura o una posición de baño de fusión (Pm) del baño de fusión,  
en el que la posición real incluye una posición real relativa (Rr) que es una posición relativa de por lo menos una de la posición del alambre o la posición del electrodo con respecto a la posición de la ranura o la posición del baño de fusión, y  
en el que la posición objetivo incluye una posición objetivo relativa (Rt) que es un objetivo de la posición relativa correspondiente a la condición de soldadura para soldar el objetivo de soldadura.

21. Un programa de control de soldadura que comprende instrucciones que, cuando el programa es ejecutado por un ordenador, hacen que el ordenador controle un sistema que comprende un alambre (8w) de soldadura usado en la soldadura de un objetivo (9) de soldadura, un electrodo (82) para fundir el alambre de soldadura y un dispositivo (1) de control de soldadura configurado para controlar un objetivo (8T) de control de posición que incluye tanto el alambre (8w) de soldadura como el electrodo (82), en el que el alambre (8w) de soldadura y el electrodo (82) están cada uno configurados para moverse entre sí en cada una de una dirección de soldadura que es una dirección longitudinal horizontal y otra dirección horizontal que es ortogonal a la dirección de soldadura, estando configurado el programa de control de soldadura para permitir que el ordenador implemente las etapas siguientes:

determinar con una parte de determinación de posición real (22) una posición real del objetivo (8T) de control de posición sobre la base de una cantidad de soldadura característica (P) detectada a partir de una imagen capturada (V) capturada para incluir por lo menos el objetivo de control de posición, la cantidad de soldadura característica (P)

que incluye tanto una posición de alambre (Pw) del alambre de soldadura como una posición de electrodo (Pe) del electrodo;

determinar con una parte (3) de determinación de la posición objetivo, siendo una posición objetivo un objetivo de la posición real correspondiente a una condición de soldadura (C) para soldar el objetivo de soldadura, en el que la condición de soldadura (c) incluye por lo menos una condición de una corriente de electrodo, una tensión de electrodo, una velocidad de soldadura, una cantidad de introducción del alambre de soldadura por unidad de tiempo o una anchura de ranura; y

ejecutar con una parte (5) de control de posición un control de posición del objetivo de control de posición para llevar la posición real a la posición objetivo.

5

10

FIG. 1

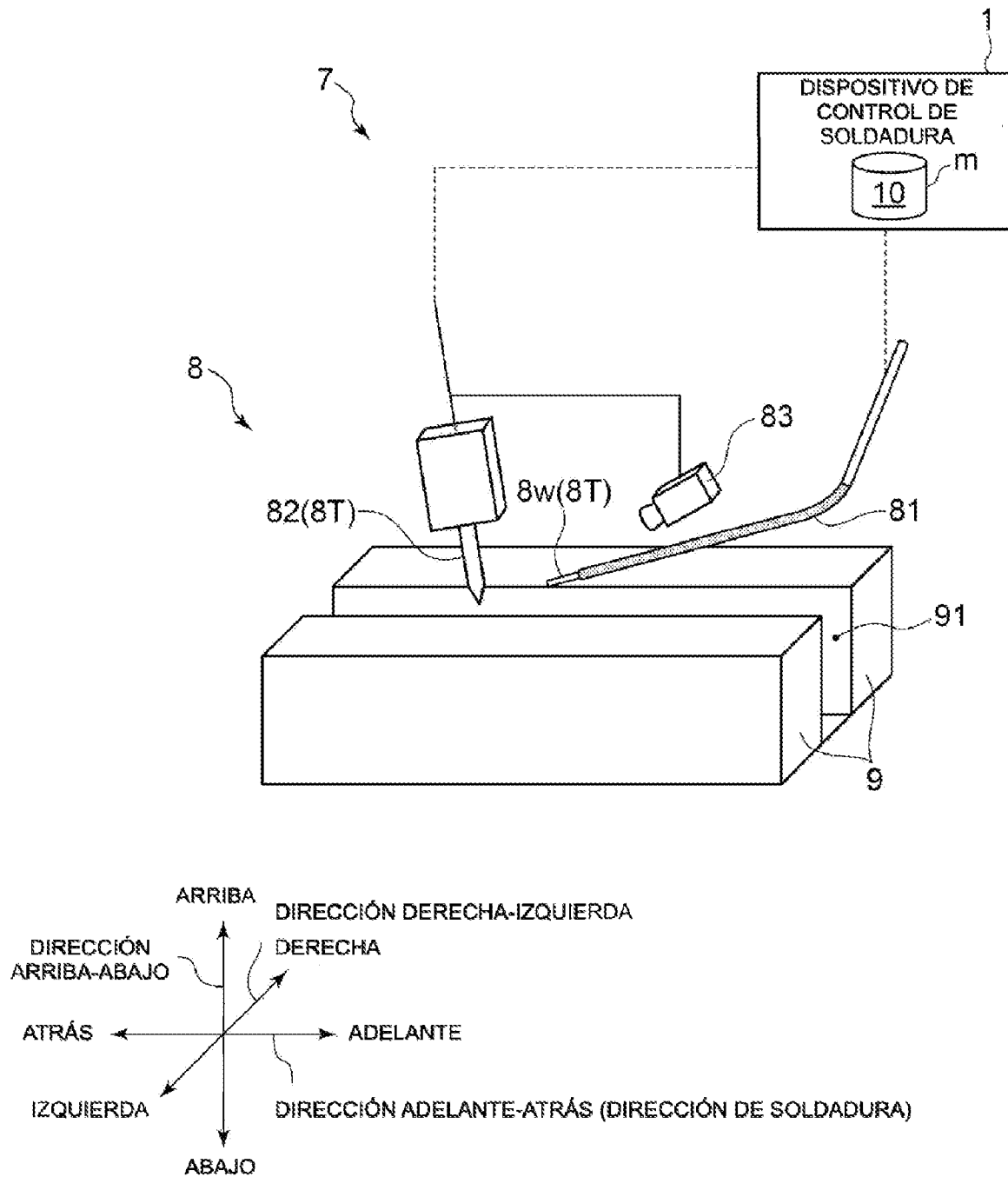


FIG. 2

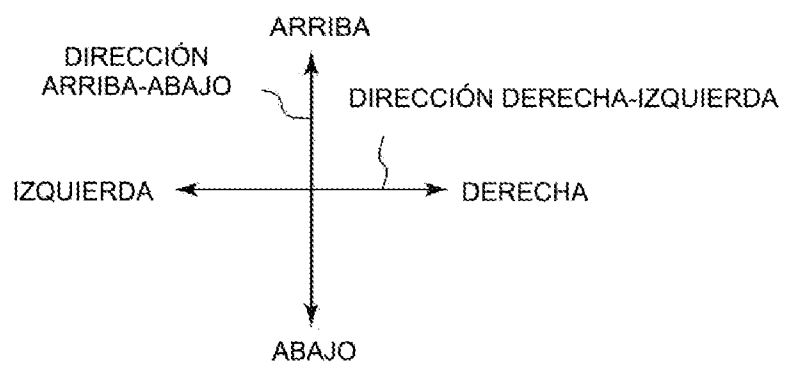
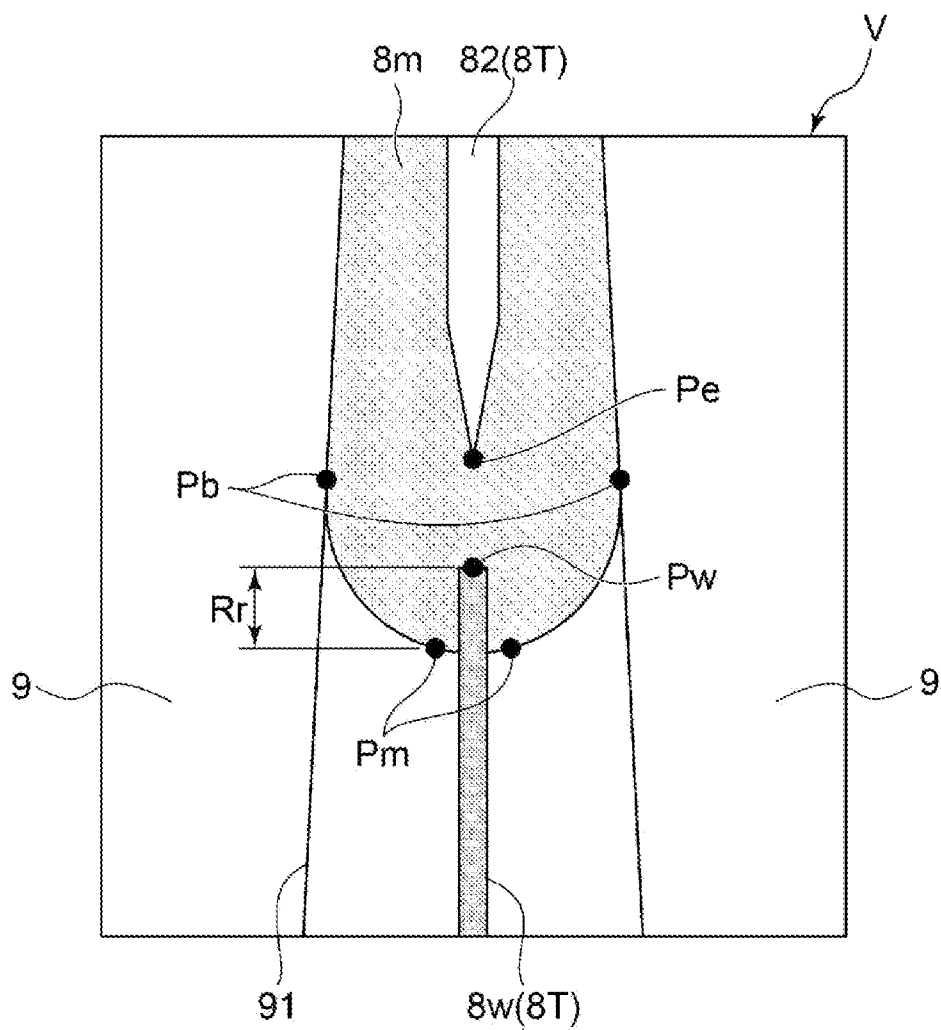


FIG. 3A

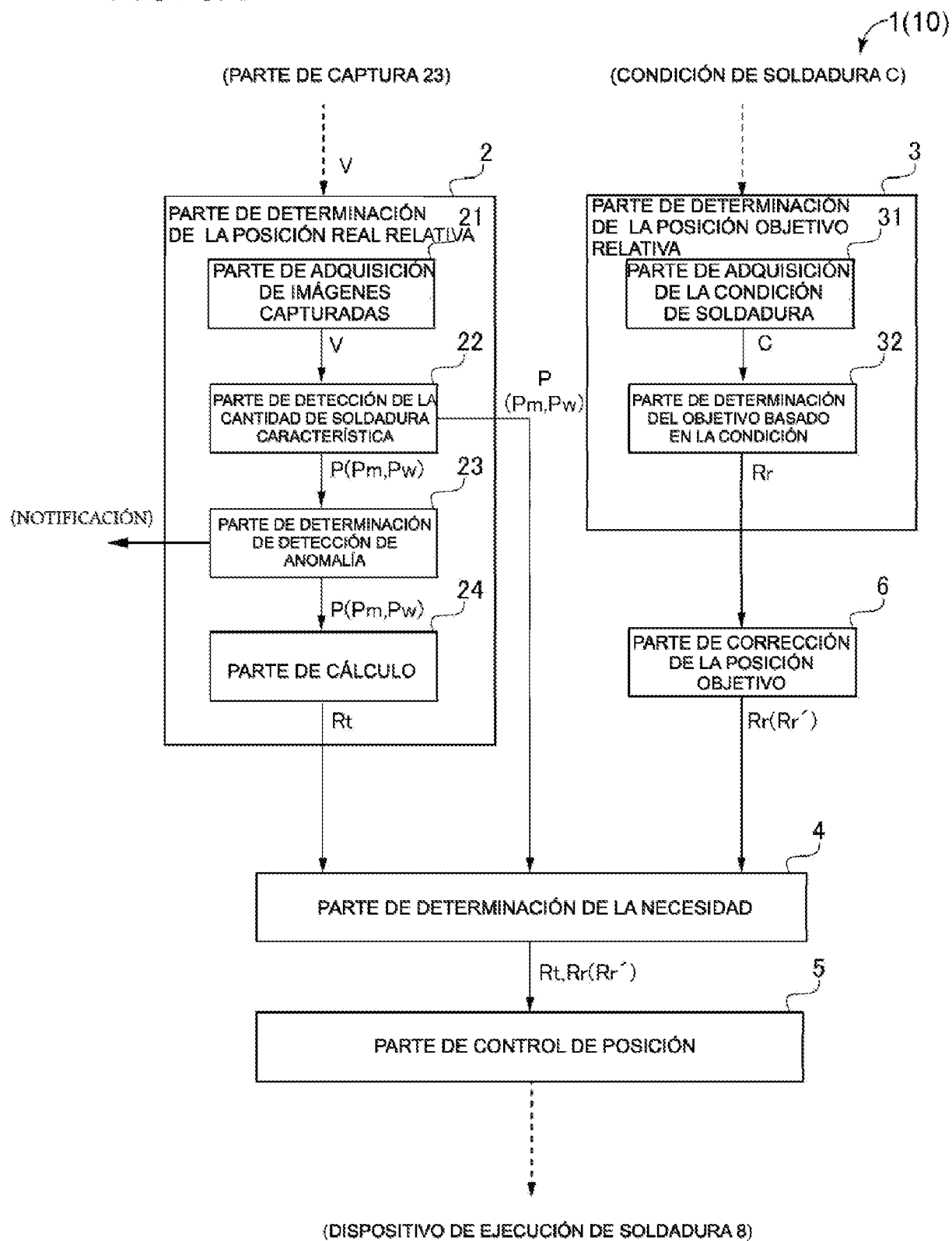


FIG. 3B

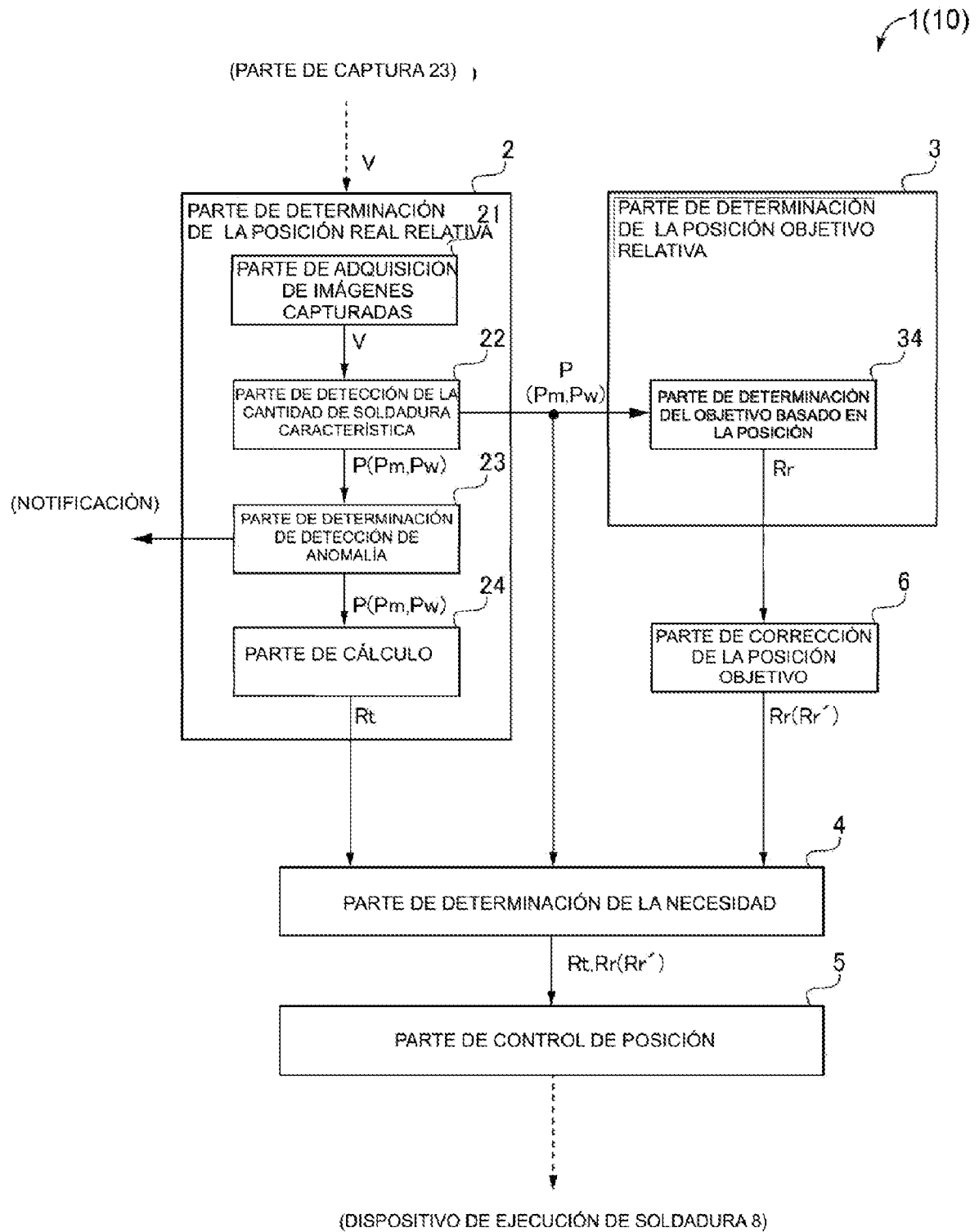


FIG. 4

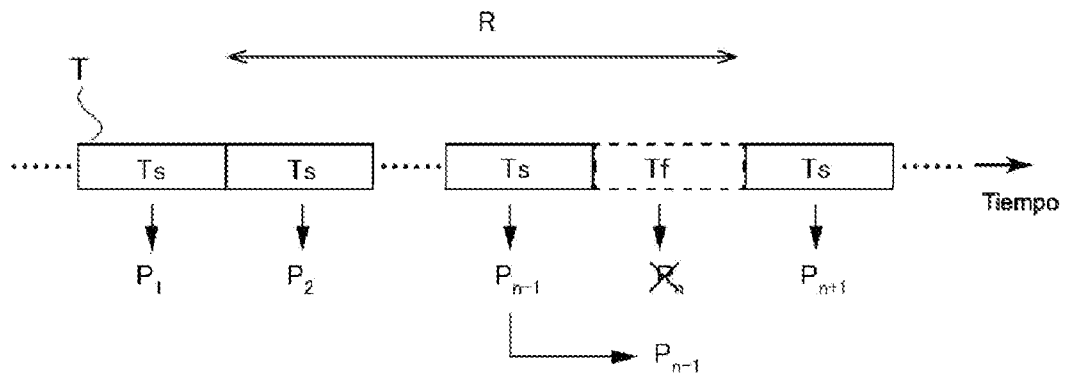


FIG. 5

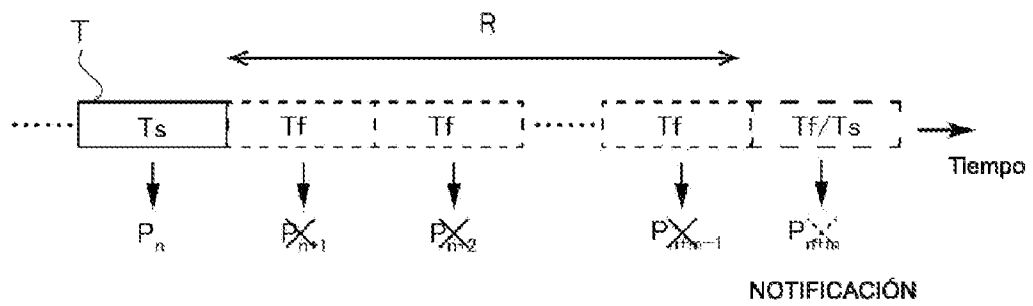


FIG. 6

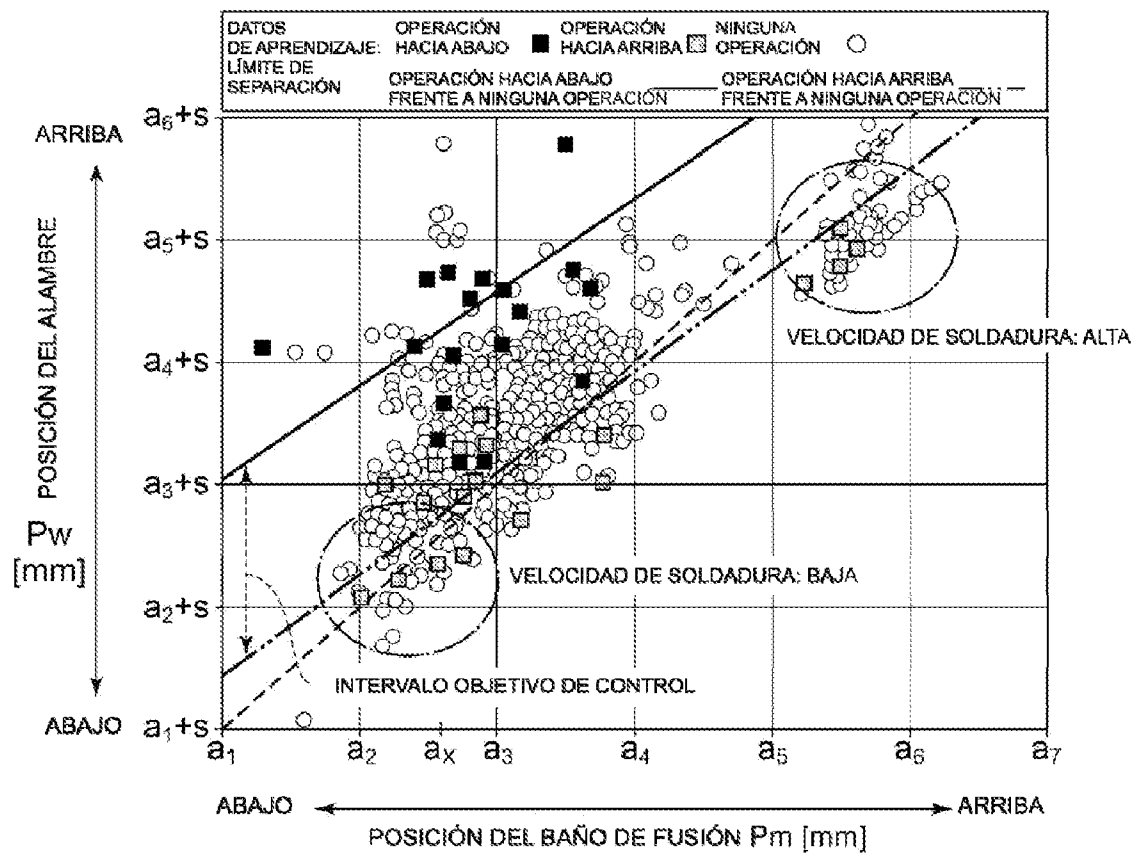




FIG. 7

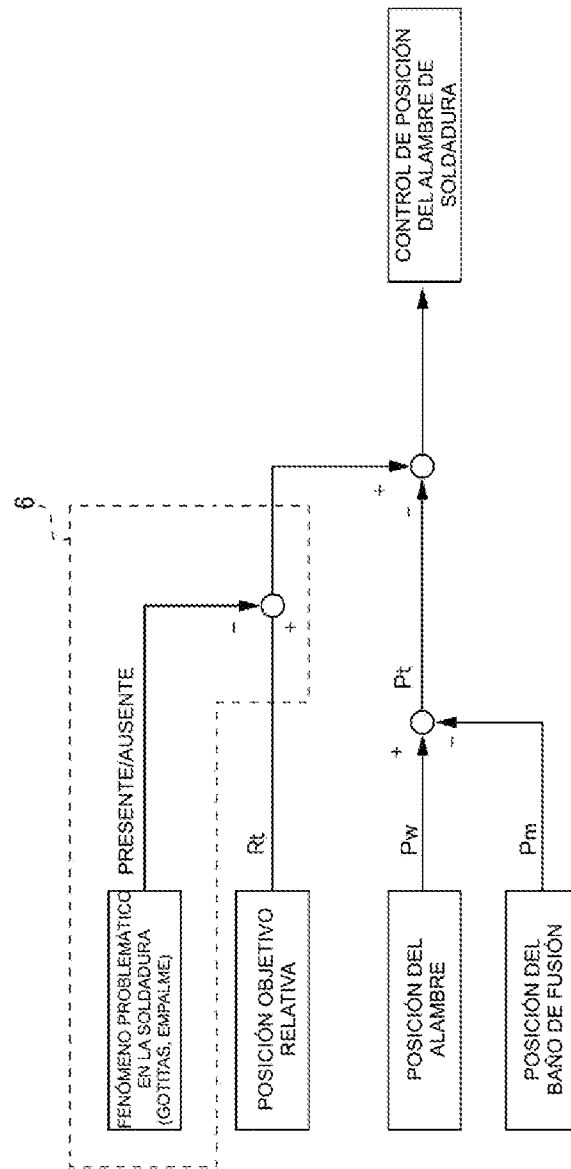


FIG. 8

