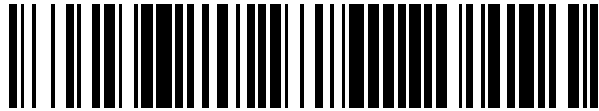


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 087**

51 Int. Cl.:

C21D 9/00 (2006.01)

C21D 1/40 (2006.01)

H05B 3/00 (2006.01)

F27D 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.07.2013 PCT/JP2013/069076**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2014 WO14010712**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2013 E 13742053 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 2870267**

54 Título: **Método de calentamiento por resistencia directa**

30 Prioridad:

07.07.2012 JP 2012153149

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

24.01.2018

73 Titular/es:

**NETUREN CO., LTD. (100.0%)
17-1, Higashi-gotanda 2-chome, Shinagawa-ku
Tokyo 141-8639, JP**

72 Inventor/es:

**OYAMA, HIRONORI y
KOBAYASHI, KUNIHIRO**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 651 087 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

Método de calentamiento por resistencia directa

Campo técnico

5 La presente invención se relaciona con un método de calentamiento por resistencia directa en el que se aplica una corriente eléctrica a una pieza de trabajo en forma de placa.

Antecedentes de la técnica

10 El tratamiento térmico se aplica, por ejemplo, a estructuras de vehículos tales como un pilar central y un refuerzo para garantizar la resistencia. El tratamiento térmico se puede clasificar en dos tipos, es decir, calentamiento indirecto y calentamiento directo. Un ejemplo de calentamiento indirecto es un calentamiento del horno en el que una pieza de trabajo se coloca dentro de un horno y la temperatura del horno se controla para calentar la pieza de trabajo. Los ejemplos de calentamiento directo incluyen calentamiento por inducción en el que se aplica una corriente parásita a una pieza de trabajo para calentar la pieza de trabajo, y un calentamiento por resistencia directa (también llamado calentamiento por conducción eléctrica directa) en el que se aplica una corriente eléctrica directamente a una pieza de trabajo para calentar la pieza de trabajo.

15 De acuerdo con una primera técnica relacionada, una pieza elemental de metal se calienta mediante calentamiento por inducción o calentamiento por resistencia directa antes de someterse a un trabajo de plástico por medios de trabajo. Por ejemplo, los medios de calentamiento que tienen rodillos de electrodo o una bobina de inducción están dispuestos corriente arriba de los medios de trabajo que tienen una máquina de corte, y la pieza en bruto metálica se calienta mientras se transporta continuamente (véase, por ejemplo, el documento JP06-079389A).

20 De acuerdo con una segunda técnica relacionada, para calentar una placa de acero que tiene un ancho sustancialmente constante a lo largo de la dirección longitudinal de la placa de acero por calentamiento por resistencia directa, los electrodos se disponen en las respectivas porciones extremas de la placa de acero en la dirección longitudinal, y se aplica un voltaje entre los electrodos. En este caso, debido a que una corriente eléctrica fluye uniformemente a través de la placa de acero, una cantidad de generación de calor es uniforme en toda la placa de
25 acero. Por otro lado, para calentar una placa de acero que tiene un ancho variable a lo largo de la dirección longitudinal de la placa de acero, un conjunto de electrodos múltiples está dispuesto uno al lado del otro en un lado de la placa de acero en la dirección a lo ancho, y otro conjunto de múltiples los electrodos está dispuesto uno al lado del otro en el otro lado de la placa de acero en la dirección a lo ancho, de manera que los electrodos dispuestos en los lados respectivos de la placa de acero en la dirección a lo ancho forman pares múltiples de electrodos. En este caso, se
30 aplica una corriente eléctrica igual entre cada par de electrodos, de modo que la placa de acero se calienta a una temperatura uniforme (véase, por ejemplo, el documento JP4604364B2 y el documento JP3587501B2).

35 De acuerdo con una tercera técnica relacionada, se fija un primer electrodo a un extremo de una barra de acero, y se proporciona un segundo electrodo de tipo de sujeción para mantener el límite entre una porción de la barra de acero que se va a calentar y una porción de la barra de acero para que no se caliente, de modo que la barra de acero se caliente parcialmente (véase, por ejemplo, el documento JP53-007517A).

40 De acuerdo con una cuarta técnica relacionada, se usa un método de calentamiento por resistencia directa para una pieza de trabajo no rectangular. Específicamente, se realiza calentamiento por resistencia directa para cada porción rectangular de la pieza de trabajo. Mientras al enfriar la porción calentada de la pieza de trabajo, se realiza calentamiento por resistencia directa en la porción no calentada de la pieza de trabajo (consulte, por ejemplo, la Divulgación Técnica No. 2011-504351 emitida el 1 de noviembre de 2011, Journal of Technical Disclosure, Japan Institute of Invention and Innovation). El documento US 2010/0285328 A divulga un método de calentamiento por resistencia directa, por lo cual el corte transversal de la lámina se modifica con el fin de cambiar localmente la intensidad de la corriente.

45 Finalmente, el documento EP 2 236 226 A divulga un aparato de calentamiento por conducción que usa dos pares de electrodos de sujeción, por lo que un par es móvil para aplicar tensión de tracción sobre la lámina durante el calentamiento. Cuando se calienta una pieza de trabajo, en particular, una pieza de trabajo que tiene un ancho variable a lo largo de la dirección longitudinal de la pieza de trabajo, es preferible que la cantidad de calor aplicado por unidad de volumen sea la misma en toda la pieza de trabajo, como en el calentamiento del horno. Sin embargo, un horno de calentamiento requiere un equipo a gran escala, y un control de temperatura del horno es difícil.

50 En consecuencia, en términos de costo de producción, es preferible el calentamiento por resistencia directa. Sin embargo, cuando se proporciona una pluralidad de pares de electrodos como en la segunda técnica relacionada, se controla una cantidad de corriente eléctrica que se va a aplicar para cada uno de los pares de electrodos, lo que aumenta el costo de instalación. Además, la disposición de una pluralidad de pares de electrodos con respecto a una pieza de trabajo reduce la productividad.

55 Resumen de la invención

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método de calentamiento por resistencia directa capaz de calentar sustancialmente de manera uniforme una porción de una pieza de trabajo en forma de placa que tiene un ancho variable a lo largo de una dirección longitudinal de la pieza de trabajo.

5 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un método de calentamiento por resistencia directa incluye colocar un primer electrodo y un segundo electrodo en una pieza de trabajo en forma de placa de manera que el primer electrodo y el segundo electrodo se extienden a través de la pieza de trabajo en una dirección sustancialmente perpendicular a una línea central de una región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo, la línea central que conecta una porción media de un lado de la región objetivo de calentamiento y una porción media del otro lado de la región objetivo de calentamiento; y mover al menos uno del primer electrodo y el segundo electrodo a lo largo de la línea central aplicando corriente eléctrica entre el primer electrodo y el segundo electrodo, por lo cual la colocación del primer electrodo y el segundo electrodo comprende la rotación de la pieza de trabajo en un plano horizontal o la rotación de cada uno del primer y el segundo electrodo en el plano horizontal, de modo que la línea central es sustancialmente perpendicular al primer electrodo y al segundo electrodo. Uno de los primeros electrodos y el segundo electrodo pueden moverse a lo largo de la línea central y en una dirección en la que aumenta la resistencia por longitud en minutos de la pieza de trabajo, para ajustar un tiempo durante el cual se aplica la corriente eléctrica para cada porción de la región objetivo de calentamiento.

20 De acuerdo con la presente invención, el primer electrodo y el segundo electrodo están colocados de manera que los primero y segundo electrodos se extienden a través de la pieza de trabajo en forma de placa en la dirección sustancialmente perpendicular a la línea central de una región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo, la línea central que conecta la porción media de un lado de la región objetivo de calentamiento y la porción media del otro lado de la región objetivo de calentamiento. Por lo tanto, un intervalo a lo largo de la dirección longitudinal de la pieza de trabajo entre una porción de la pieza de trabajo que entra en contacto con el primer electrodo y una porción de la pieza de trabajo que entra en contacto con el segundo electrodo cae dentro del mismo intervalo, independientemente de la ubicación en la pieza de trabajo en la dirección de anchura de la pieza de trabajo. Es decir, la cantidad de corriente eléctrica aplicada entre el primer electrodo y el segundo electrodo se puede hacer que caiga dentro del mismo intervalo, independientemente de la ubicación en la pieza de trabajo en la dirección de anchura. Por consiguiente, es posible calentar sustancialmente de manera uniforme una región predeterminada de la pieza de trabajo.

30 Cuando la resistencia por longitud en minutos de la pieza de trabajo aumenta a lo largo de la línea central, el tiempo durante el cual se aplica la corriente eléctrica puede ajustarse para cada porción de la región objetivo de calentamiento moviendo uno del primer electrodo y el segundo electrodo en una dirección en que la resistencia aumenta. De esta manera, es posible calentar sustancialmente de manera uniforme la región objetivo de calentamiento.

Breve descripción de los dibujos

35 Las Figs. 1A a 1D son diagramas que ilustran un método de calentamiento por resistencia directa de acuerdo con una realización de la presente invención, en la que la Fig. 1A es una vista en planta que ilustra un estado antes del calentamiento por resistencia directa; la Fig. 1B es una vista frontal que ilustra el estado antes del calentamiento por resistencia directa; la Fig. 1C es una vista en planta que ilustra un estado después del calentamiento por resistencia directa, y la Fig. 1D es una vista frontal que ilustra el estado después del calentamiento por resistencia directa.

La Fig. 2 es una vista en planta que ilustra un ejemplo de una forma de una pieza de trabajo que se va a calentar mediante el método de calentamiento por resistencia directa de acuerdo con la realización;

40 Las Figs. 3A y 3B son diagramas que ilustran una disposición de una pieza de trabajo con respecto a los electrodos, en la que la Fig. 3A es una vista en planta que ilustra un estado antes del calentamiento por resistencia directa y la Fig. 3B es una vista en planta que ilustra un estado después del calentamiento por resistencia directa;

La Fig. 4 es un diagrama para explicar una expresión relacional básica con respecto a un calentamiento por resistencia directa;

45 Las Figs. 5A y 5B son diagramas que ilustran otra disposición de la pieza de trabajo con respecto a los electrodos donde la pieza de trabajo está dispuesta sin girar en un plano horizontal, en la que la Fig. 5A es una vista en planta que ilustra un estado antes del calentamiento por resistencia directa y la Fig. 5B es una vista en planta que ilustra un estado después del calentamiento por resistencia directa;

La Fig.6 es una vista frontal de un aparato de calentamiento por resistencia directa;

50 La Fig.7 es una vista lateral izquierda del aparato de calentamiento por resistencia directa.

La Fig.8 es una vista en planta de una porción del aparato de calentamiento por resistencia directa. y

La Fig.9 es una vista lateral derecha del aparato de calentamiento por resistencia directa.

Descripción de las realizaciones

En lo sucesivo, las realizaciones de la presente invención se describirán en detalle con referencia a los dibujos. En las siguientes realizaciones, se realiza un calentamiento por resistencia directa en una pieza de trabajo que tiene forma de una placa plana. Ejemplos de la pieza de trabajo incluyen una pieza de trabajo cuyo espesor es constante y cuya anchura no varía a lo largo de una dirección longitudinal de la pieza de trabajo, una pieza de trabajo que tiene una región que se va a calentar (en lo sucesivo "región objetivo de calentamiento") cuyo ancho o espesor varía a lo largo de una dirección desde un extremo al otro extremo de la región de objetivo de calentamiento de modo que se reduce o aumenta un área de sección del mismo, y una pieza de trabajo en la que se proporciona una abertura o una región de corte en la región objetivo de calentamiento y, en una dirección longitudinal de la pieza de trabajo, una dimensión del corte transversal perpendicular a la dirección longitudinal disminuye o aumenta. El material de la pieza de trabajo puede ser un material de acero que puede someterse a calentamiento por resistencia directa al suministrar corriente a la misma, por ejemplo. La pieza de trabajo puede estar configurada por una sola pieza o puede estar configurada por un cuerpo integral que se obtiene uniendo los materiales con diferente resistividad mediante un proceso de soldadura, etc. Además, la pieza de trabajo puede estar provista con una región objetivo de calentamiento o una pluralidad de regiones objetivo de calentamiento. Cuando la pieza de trabajo está provista con una pluralidad de regiones objetivo de calentamiento, las regiones objetivo de calentamiento pueden estar adyacentes entre sí o pueden estar separadas una de la otra.

Como se muestra en las Figs. 1A a 1D, un aparato 10 de calentamiento por resistencia directa para un método de calentamiento por resistencia directa de acuerdo con una realización de la presente invención incluye un primer electrodo 11 y un segundo electrodo 12 que forman un par de electrodos 13. El primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 tienen una forma de rodillo o una forma cuadrilátera que se extiende en la misma dirección a través de la pieza de trabajo w . El primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 están conectados eléctricamente a una unidad 1 de alimentación de potencia y una parte de la pieza de trabajo w situada entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 está sometida a calentamiento por resistencia directa.

En el aparato 10 de calentamiento por resistencia directa mostrado en la Fig. 1, el primer electrodo 11 es un electrodo móvil en forma de rodillo. El primer electrodo 11 está configurado para ser movido por un mecanismo 15 de movimiento a lo largo de una dirección longitudinal de la pieza de trabajo w mientras hace contacto con la pieza de trabajo w .

Es decir, en un estado donde se suministra corriente a la pieza de trabajo w desde la unidad 1 de alimentación de potencia a través del par de electrodos 13 mientras el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 entran en contacto con la pieza de trabajo w , el mecanismo 15 de movimiento puede mover el primer electrodo 11 para cambiar un intervalo entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12.

El mecanismo 15 de movimiento incluye una unidad 15a de ajuste configurada para controlar una velocidad de movimiento del primer electrodo 11 y un mecanismo 15b de accionamiento configurado para mover el primer electrodo 11 por la unidad 15a de ajuste. La unidad 15a de ajuste obtiene la velocidad de movimiento del primer electrodo 11 a partir de datos sobre la forma y dimensiones de la pieza de trabajo w , en particular, una región objetivo de calentamiento w_1 y el mecanismo 15b de accionamiento están destinados a mover el primer electrodo 11 por la velocidad de movimiento obtenida.

El segundo electrodo 12 puede ser un electrodo fijo o puede ser un electrodo móvil para ser movido por un mecanismo de movimiento similar separado. En la siguiente descripción, se supone que el primer electrodo 11 puede moverse mediante el mecanismo 15 móvil. Por supuesto, el primer electrodo 11 puede estar en un estado fijo, dependiendo de la forma de la pieza de trabajo w , etc.

Como se muestra en la Fig. 1A, el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 tienen una longitud que abarca un extremo frontal y un extremo posterior de la pieza de trabajo w como se ve en una vista en planta, independientemente del sitio de la pieza de trabajo w en la dirección longitudinal.

La pieza de trabajo w tiene, por ejemplo, una forma de una placa plana que se extiende desde un lado al otro lado sustancialmente a lo largo de la dirección longitudinal de la pieza de trabajo w . Como se muestra en las Figs. 1A y 1C, la pieza de trabajo w tiene una forma irregular cuya anchura varía a lo largo de la dirección longitudinal de la pieza de trabajo w . Además, la pieza de trabajo w presenta una forma trapezoidal en la que un extremo y el otro extremo de la región objetivo de calentamiento w_1 de la pieza de trabajo w son sustancialmente paralelos entre sí. Se proporciona una región izquierda w_L en un lado izquierdo de la región objetivo de calentamiento w_1 . Se proporciona una región derecha w_R en el lado derecho de la región objetivo de calentamiento w_1 . En la realización mostrada en la Fig. 1, la pieza de trabajo w incluye la región izquierda w_L en el lado izquierdo de la región objetivo de calentamiento w_1 y la región derecha w_R en el lado derecho de la región objetivo de calentamiento w_1 , que se proporcionan respectivamente en una forma continua. Sin embargo, de acuerdo con otra realización de la presente invención, la pieza de trabajo w puede incluir solo una de la región izquierda w_L y la región derecha w_R o puede no incluir ambas.

Cuando se dispone el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 que se extienden en la misma dirección a través de la pieza de trabajo w en la pieza de trabajo w con forma de placa, cada uno de los electrodos 11, 12 se coloca en la pieza de trabajo w en un estado en el que se gira la pieza de trabajo en el plano horizontal o se gira cada uno de los electrodos 11, 12 en el plano horizontal de modo que una línea central L_α que conecta una porción media L_M de un lado L de la región objetivo de calentamiento w_1 , y una porción media R_M del otro lado R de la región objetivo de

calentamiento w_1 es sustancialmente perpendiculares a los electrodos 11, 12, como se muestra en las Figs. 3A y 3B. Por ejemplo, en un caso en el que el par de electrodos 13 está configurado por el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 que se extiende a través de la pieza de trabajo w , se gira la pieza de trabajo w que se extiende sustancialmente en la dirección longitudinal en un plano horizontal y el par de los electrodos 13 se colocan en la pieza de trabajo w .

En lo sucesivo, se describirá en detalle cómo colocar la pieza de trabajo w en el par de electrodos 13.

La Fig. 2 es una vista en planta que muestra un ejemplo de la forma de la pieza de trabajo w empleada en la realización ilustrativa de la presente invención. La pieza de trabajo w empleada en la realización ilustrativa de la presente invención incluye la región izquierda w_L en el lado izquierdo de la región objetivo de calentamiento w_1 y la región derecha w_R en el lado derecho de la región objetivo de calentamiento w_1 , como se muestra en la Fig. 2. El lado izquierdo (un lado) L de la región objetivo de calentamiento w_1 incluye un punto frontal L_F en un extremo delantero y un punto posterior L_B en un extremo posterior, como se ve en una vista en planta. Un lado derecho (el otro lado) R de la región objetivo de calentamiento w_1 incluye un punto frontal R_F en un extremo delantero y un punto posterior R_B en un extremo posterior, como se ve en una vista en planta.

Además, como se muestra en la Fig. 2, cuando un ángulo entre una línea extendida a la derecha del punto frontal L_F de la región izquierda w_L y una línea recta $R_F L_F$ se define como θ_F , y un ángulo entre una línea extendida a la derecha de la el punto trasero L_B de la región izquierda w_L y una línea recta $R_B L_B$ se define como θ_B , como se ve en una vista en planta, todos los ángulos θ_F , θ_B tienen una válvula positiva en sentido antihorario, como se ve en una vista en planta alrededor el punto delantero L_F y el punto posterior L_B , respectivamente. Mientras tanto, todos los ángulos θ_F , θ_B pueden tener una válvula negativa en el sentido de las agujas del reloj, como se ve en una vista en planta alrededor del punto delantero L_F y el punto posterior L_B , respectivamente.

El primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 se colocan en la pieza de trabajo w en un estado donde la pieza de trabajo w gira ligeramente en un plano horizontal de modo que la línea central L_α que conecta la porción media L_M del extremo izquierdo L de la región objetivo de calentamiento w_1 y la porción media R_M del extremo derecho R de los mismos, son sustancialmente perpendiculares a cada dirección de extensión del primer electrodo 11 y del segundo electrodo 12. En la realización ilustrativa mostrada en las Figs. 3A y Fig. 3B, se considera la línea central L_α que conecta un punto medio L_C del lado izquierdo L y un punto medio R_C del lado derecho R y la pieza de trabajo w se coloca de modo que la línea central L_α sea sustancialmente perpendicular al primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12. Es decir, la línea central L_α divide la pieza de trabajo w en dos con respecto a la dirección de la anchura.

El ancho de la región objetivo de calentamiento w_1 de la pieza de trabajo w que se muestra en las Figs. 2 a 3B se estrecha hacia la región derecha w_R . Por consiguiente, como se muestra en la Fig. 3A, girando la pieza de trabajo w en un plano horizontal de modo que la línea central L_α sea sustancialmente perpendicular a los electrodos 11, 12 en un estado donde el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 están dispuestos sustancialmente paralelos entre sí, el segundo electrodo 12 se pone en contacto con el lado izquierdo de la región objetivo de calentamiento w_1 y el primer electrodo 11 se coloca paralelo al segundo electrodo 12 con un intervalo.

Entonces, el primer electrodo 11 se aleja del segundo electrodo 12 por el mecanismo 15 móvil mientras se suministra potencia entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 de la unidad 11 de alimentación de potencia. Como se muestra en las Figs. 1C, 1D y 3B, el primer electrodo 11 se mueve hasta que se mueve completamente más allá del otro extremo R de la región objetivo de calentamiento w_1 y el suministro de potencia de la unidad 1 de alimentación de potencia se detiene.

En la realización ilustrativa de la presente invención, al girar la pieza de trabajo w en un plano horizontal o al rotar el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 en un plano horizontal, los electrodos 11, 12 se colocan de manera que cada uno del primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 no son paralelos al extremo izquierdo L y el extremo derecho R de la región objetivo de calentamiento w_1 , es decir, los electrodos 11, 12 se cruzan sustancialmente con la dirección longitudinal de la pieza de trabajo w . La razón para colocar los electrodos 11, 12 de esta manera es la siguiente.

Cuando se suministra potencia entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 desde la unidad 11 de alimentación de potencia, la corriente fluye entre una porción de la pieza de trabajo w en contacto con el primer electrodo 11 y una porción de la pieza de trabajo w en contacto con el segundo electrodo 12. La corriente fluye a través de la porción de resistencia más baja de la pieza de trabajo w entre la porción de contacto con el primer electrodo 11 y la porción de contacto con el segundo electrodo 12. Cuando, en la porción de la pieza de trabajo w entre la porción de contacto con el primer electrodo 11 y la porción de contacto con el segundo electrodo 12, cada segmento en la dirección de extensión de los electrodos 11, 12 es homogéneo, la corriente fluye a través del camino más corto. Por consiguiente, en la porción de la pieza de trabajo w entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12, la dimensión a lo largo de la línea central L_α de cada segmento en la dirección de extensión de los electrodos 11, 12 cae dentro del mismo intervalo. Entonces, una corriente eléctrica sustancialmente igual fluye a través de la porción de la pieza de trabajo w entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 y el calor de Joule generado por la corriente eléctrica es uniforme.

La temperatura en la porción de la pieza de trabajo w entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 se incrementa mediante el calentamiento por resistencia directa. Sin embargo, cuando el grado del aumento de temperatura en la porción de la pieza de trabajo w no cambia con respecto a la dirección de extensión de los electrodos 11, 12, la resistencia no cambia y la corriente fluye uniformemente incluso cuando la porción de la pieza de trabajo w está virtualmente más segmentada en la dirección de extensión de los electrodos 11, 12. Por lo tanto, la resistencia de cada segmento no es muy diferente entre sí en la dirección de extensión de los electrodos 11, 12 y el grado de aumento de temperatura en el tiempo de la unidad es aproximadamente igual.

A continuación, se describirá la razón para mover el primer electrodo 11 por el mecanismo 15 móvil como se muestra en la Fig 1. Suponiendo que el espesor de la pieza de trabajo w es constante, el área de sección de la pieza de trabajo w perpendicular a la línea central L_a se reduce a lo largo de la dirección correcta, como se muestra agrandado en la Fig 3. Por consiguiente, el primer electrodo 11 se mueve en una dirección en el cual el área seccional se reduce a lo largo de la línea central L_a . De esta manera, desde un estado mostrado en la Fig. 3A en el que la corriente eléctrica comienza a aplicarse a un estado mostrado en la Fig. 3B en el que se detiene la aplicación de la corriente eléctrica, la cantidad total de calor por unidad de volumen de la porción de la pieza de trabajo w donde la corriente eléctrica es aplicada por el primer y segundo electrodos 11, 12 cae dentro de un cierto intervalo, independientemente de la ubicación en la pieza de trabajo w .

Como tal, moviendo el primer electrodo 11 con respecto a la región de la pieza de trabajo w donde se va a aplicar la corriente eléctrica por el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 desde el estado de inicio de calentamiento por resistencia directa hasta el estado final de calentamiento por resistencia directa del par de electrodos 13 por la unidad 1 de alimentación de potencia, es posible controlar la cantidad de calor para cada subregión en la que la región objetivo de calentamiento w_1 está virtualmente dividida a lo largo de una dirección de movimiento del primer electrodo 11 en una franja patrón. Las subregiones están dispuestas a lo largo de la dirección de movimiento del primer electrodo 11 en un patrón de bandas.

En lo sucesivo, se describirá la velocidad de movimiento obtenida por la unidad de ajuste 15a del mecanismo 15 móvil. Como se muestra en la Fig 4, el aumento θ_0 de temperatura cuando se suministra la corriente I a un área A_0 de sección de la longitud en minutos por segundos se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\theta_0 (\text{°C}) = \rho e / (\rho \cdot c) \times (I^2 \times t_0) / A_0^2 \quad \dots \text{Ecuación 1}$$

en la que ρe es resistividad ($\Omega \cdot m$), ρ es una densidad (kg/m^3), y c es calor específico ($J/kg \cdot \text{°C}$).

El aumento θ_n de temperatura cuando la corriente I se suministra a un área de sección A_n de la longitud en minutos para t_n segundos se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\theta_n (\text{°C}) = \rho e / (\rho \cdot c) \times (I^2 \times t_n) / A_n^2 \quad \dots \text{Ecuación 2}$$

Aquí, cuando la corriente I es constante y el aumento θ_0 de temperatura es igual al aumento θ_n de temperatura, se establece la siguiente relación.

$$t_0 / A_0^2 = t_n / A_n^2 \quad \dots \text{Ecuación 3}$$

Por consiguiente, el tiempo de calentamiento de diferentes secciones a la misma temperatura suministrando corriente constante es proporcional al cuadrado de la proporción de área de sección.

La velocidad ΔV del electrodo móvil se puede configurar de la siguiente manera:

$$\Delta V = \Delta L / (t_0 - t_n) \quad \dots \text{Ecuación 4}$$

Aquí, ΔL es la longitud de la pieza de trabajo en la dirección longitudinal.

En consecuencia, la velocidad de movimiento puede obtenerse mediante la unidad 15a de ajuste en base a los datos de la forma y dimensiones de la pieza de trabajo w tal como un material de acero y la región objetivo de calentamiento w_1 , la cantidad de corriente suministrada desde la unidad 1 de alimentación y una temperatura de calentamiento predeterminada.

Por ejemplo, suponiendo que el espesor de la pieza de trabajo w es constante, la región w_2 se define entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 inmediatamente antes del final de la aplicación de corriente eléctrica, es decir, la región w_2 donde se aplica la corriente eléctrica (en lo sucesivo, "región de aplicación actual") tiene una forma sustancialmente trapezoidal, como se muestra en la Fig. 3B. Es decir, se puede aproximar que el ancho se cambia monótonamente a lo largo de la dirección longitudinal. Con el fin de calentar sustancialmente de manera uniforme la

región de aplicación de corriente w_2 , el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 están separados entre sí y colocados para extenderse a través de la región de aplicación de corriente w_2 . Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 3B, el segundo electrodo 12 se coloca en una posición adyacente a un extremo de la región de aplicación de corriente w_2 y el primer electrodo 11 se coloca en el lado derecho del segundo electrodo 12. El primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 tienen una longitud suficiente para extenderse a través de la pieza de trabajo w . El segundo electrodo 12 se coloca en la pieza de trabajo w de manera que el segundo electrodo 12 es sustancialmente perpendicular a la línea central L_a y se pone en contacto con cualquiera de los extremos delantero y trasero del extremo izquierdo L de la región objetivo de calentamiento w_1 . Además, el primer electrodo 11 se coloca en la pieza de trabajo w de modo que sea sustancialmente paralelo al segundo electrodo 12. En este momento, el primer electrodo 11 está al menos parcialmente en contacto con la región objetivo de calentamiento w_1 . Luego, el primer electrodo 11 se mueve a lo largo de la línea central L_a mientras se suministra potencia desde la unidad 1 de alimentación de potencia al primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12. Como se muestra en la Fig. 3B, cuando el primer electrodo 11 atraviesa la totalidad de la región objetivo de calentamiento w_1 , la aplicación de corriente eléctrica se detiene. Entonces, incluso cuando el ancho de la pieza de trabajo w se cambia a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo, la velocidad de movimiento del primer electrodo 11 se puede ajustar, dependiendo del cambio en la resistencia por unidad de longitud. En este caso, el tiempo durante el cual se aplica la corriente eléctrica a cada porción de la región objetivo de calentamiento se puede ajustar de acuerdo con el cambio de la anchura.

De esta manera, con la pieza de trabajo w virtualmente dividida en subregiones a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo en un patrón de franjas a lo ancho, es posible asegurar la cantidad aplicada de corriente eléctrica apropiada para la resistencia de cada una de las subregiones y es posible calentar la región de aplicación de corriente w_2 de la pieza de trabajo w a un intervalo de temperatura de ancho constante, ajustando el tiempo de aplicación actual como se describió anteriormente.

Por ejemplo, cuando el ancho de la región de aplicación actual w_2 es más estrecho en la dirección correcta que se muestra en la Fig. 3, la velocidad de movimiento del un electrodo se ajusta en base al cambio en el ancho del primer electrodo 11 en contacto con la región de aplicación actual w_2 . A partir de la ecuación 4, la velocidad de movimiento se define mediante una función que es proporcional al cuadrado de la proporción de cambio del área de sección.

Aquí, la unidad 1 de alimentación de potencia puede ser una fuente de alimentación de potencia AC así como una fuente de alimentación de potencia DC. Cuando la corriente promedio del período constante no cambia, incluso en el caso de la fuente de alimentación de potencia AC, el aumento de temperatura debido a la corriente eléctrica puede hacerse en el mismo intervalo independientemente de la ubicación en la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo w , ajustando el tiempo de aplicación actual.

Aquí, a diferencia de la realización mostrada en la Fig. 1 y la Fig. 3, se describirá a modo de ejemplo un caso donde la pieza de trabajo w se coloca sobre el par de electrodos 13 sin girar ligeramente en un plano horizontal.

Como se muestra en la Fig. 5A, el segundo electrodo 12 está colocado para ser paralelo a lo largo del extremo izquierdo L de la región objetivo de calentamiento w_1 y el primer electrodo 11 está colocado para ser paralelo y ligeramente desplazado del segundo electrodo 12. Luego, se supone que el primer electrodo 11 es movido por el mecanismo 15 móvil.

Entonces, en un estado de inmediatamente antes del final de la aplicación de corriente eléctrica como se muestra en la Fig. 5B, la corriente fluye en una dirección i_F en un lado frontal de la región objetivo de calentamiento w_1 mientras que la corriente fluye en una dirección i_B perpendicular al lado izquierdo L y lado derecho R de la región objetivo de calentamiento w_1 en el lado posterior de la región objetivo de calentamiento w_1 . Sin embargo, esto dificulta que la corriente fluya en una región A como se muestra en la Fig. 5B. En consecuencia, es difícil calentar uniformemente la región objetivo de calentamiento w_1 de la pieza de trabajo w .

Como tal, en la realización ilustrativa de la presente invención, el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 se colocan en la pieza de trabajo w de manera que el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 se extienden a través de la pieza de trabajo w y son sustancialmente perpendiculares a la línea central L_a que conecta la porción media L_M del lado izquierdo L y la porción media R_M del lado derecho R en la región objetivo de calentamiento w_1 de la pieza de trabajo w . En la realización ilustrativa de la presente invención, una región sombreada en la Fig. 3B es una región en la pieza de trabajo w definida por el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12, es decir, la región de aplicación de corriente w_2 . La región de aplicación de corriente w_2 se distingue de la región objetivo de calentamiento w_1 . Como se muestra en la Fig. 3B, en un estado donde el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 están más separados el uno del otro, la región de aplicación de corriente w_2 está formada por la región objetivo de calentamiento w_1 , una región triangular ΔL , que es una porción de la región izquierda w_L , cuyo un lado está definido por el lado izquierdo L de la región objetivo de calentamiento w_1 y una región triangular ΔR , que es una porción de la región derecha w_R , cuyo lado está definido por el lado derecho R de la región objetivo de calentamiento w_1 .

Por lo tanto, un intervalo entre una porción de la pieza de trabajo w en contacto con el primer electrodo 11 y una porción de la pieza de trabajo w en contacto con el segundo electrodo 12 probablemente caiga dentro del mismo intervalo, independientemente de la ubicación en la pieza de trabajo en una dirección a lo ancho. Es decir, la corriente suministrada a una porción de la pieza de trabajo w entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 puede caer

dentro del mismo intervalo, independientemente de la ubicación en la pieza de trabajo w en la dirección a lo ancho. En consecuencia, es posible calentar sustancialmente de manera uniforme la pieza de trabajo w con forma de placa.

5 Además, cuando la resistencia por longitud en minutos de la pieza de trabajo w aumenta a lo largo de la línea central L_{α} , es decir, cuando la resistencia de cada región segmentada cuando la pieza de trabajo w se segmenta en una sección perpendicular a la línea central L_{α} se aumenta a lo largo del centro línea L_{α} , se puede ajustar el tiempo durante el cual se aplica la corriente eléctrica para cada porción de la región objetivo de calentamiento w_1 moviendo el primer electrodo 11 en una dirección en la que se incrementa la resistencia. De esta forma, es posible calentar sustancialmente de manera uniforme la región w_1 para someterla a un tratamiento térmico. Aquí, la "longitud en minutos" puede ser una "longitud de unidad" y es, por ejemplo, una distancia de 1 cm en una dirección a lo largo de la línea central L_{α} . Cuando el ancho de la región objetivo de calentamiento w_1 es más ancho en la porción media en la dirección longitudinal de la región objetivo de calentamiento w_1 , y se reduce a lo largo de la dirección longitudinal hacia los lados respectivos, se pueden colocar el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 en la porción media para que sea sustancialmente perpendicular a la línea central L_{α} , y el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 puedan moverse en direcciones opuestas de modo que se amplíe un intervalo entre los electrodos.

15 Como se muestra en las Figs. 6 a 9, cada uno de los electrodos 21, 22 de un aparato 20 de calentamiento por resistencia directa está configurado por partes 21a, 22a de electrodo y partes 21b, 22b de electrodo auxiliar, que intercalan la pieza de trabajo w desde una dirección vertical.

20 En la Fig. 6, un electrodo 21 móvil está dispuesto en el lado izquierdo y un electrodo 22 fijo está dispuesto en el lado derecho, como se ve desde el frente. El electrodo 21 móvil y el electrodo 22 fijo incluyen respectivamente partes 21c, 22c de plomo emparejadas, las partes 21a, 22a de electrodo entran en contacto con la pieza de trabajo w y las partes 21b, 22b de electrodo auxiliar para presionar la pieza de trabajo w hacia las partes de electrodo 21a, 22a.

25 Como se muestra en la Fig. 6, un mecanismo 25 de movimiento está configurado de la siguiente manera. Un carril 25a guía se extiende en la dirección longitudinal. Una barra 25b de control de movimiento configurada por un eje de tornillo está dispuesta por encima del carril 25a guía para extenderse en la dirección longitudinal. La barra 25b de control de movimiento está atornillada a un deslizador 25c que se desliza sobre el carril 25a guía. El deslizador 25c se mueve en la dirección longitudinal girando la barra 25b de control de movimiento mediante un motor 25d de paso mientras se ajusta la velocidad del mismo.

30 La parte 21c de plomo para el electrodo móvil está dispuesta en el deslizador 25c con una placa 21d de aislamiento interpuesta entre ellas. Un cableado 2a está conectado eléctricamente a la unidad 1 de alimentación de potencia y está fijado a un extremo de la parte 21c de plomo para el electrodo en movimiento. La parte 21a del electrodo se fija al otro extremo de la parte 21c de plomo. Se proporciona un mecanismo 26 de suspensión en el que la parte 21b del electrodo auxiliar está dispuesta para que se pueda mover en una dirección vertical.

35 El mecanismo 26 de suspensión está provisto en un soporte que está configurado por una etapa 26a, partes 26b, 26c de pared y una parte 26d de puente, etc. Es decir, el mecanismo 26 de suspensión incluye partes 26b, 26c de pared emparejadas que están separadas entre sí en una dirección a lo ancho y provistas en el otro extremo de la etapa 26a, la parte 26d de puente que está puentada sobre los extremos superiores de las partes 26b, 26c de pared, una barra 26e de cilindro que está montada en un eje de la parte 26d de puente, una parte 26f de sujeción (una fijación) que está montada en un extremo delantero de la barra 26e del cilindro, y una placa 26g de sujeción que sujeta la parte 21b del electrodo auxiliar de una manera aislante. El extremo delantero de la barra 26e de cilindro está fijado a un extremo superior de la parte 26f de sujeción y las partes 26i de soporte están provistas respectivamente en la superficie opuesta de las partes 26b, 26c de pared, de modo que la placa 26g de sujeción puede ser guiada oscilantemente por un eje 26h de conexión. Cuando la barra 26e del cilindro se mueve en una dirección vertical, la parte 26f de sujeción, el eje 26h de conexión, la placa 26g de sujeción y la parte 21b del electrodo auxiliar se mueven en una dirección vertical. La parte 21a del electrodo y la parte del electrodo 21b auxiliar se extienden a través de la región del objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo w . Por lo tanto, una superficie superior de la parte 21a de electrodo y una superficie inferior de la parte 21b de electrodo auxiliar se puede presionar completamente contra la pieza de trabajo w al ser balanceados por el eje 26h de conexión.

40 Con el fin de mantener la parte 21a del electrodo y la parte 21b del electrodo auxiliar en contacto con la pieza de trabajo w en forma de placa incluso cuando el mecanismo 26 de suspensión y la parte 21c de plomo para el electrodo móvil se mueven en la dirección longitudinal mediante el mecanismo 25 de desplazamiento, los rodillos 27a, 27b de laminación están dispuestos tanto en la parte 21a del electrodo como en la parte 21b del electrodo auxiliar para extenderse a través de la pieza de trabajo w en una dirección a lo ancho de la pieza de trabajo w . Los rodillos 27a, 27b de laminación pueden enrollarse libremente mediante un par de cojinetes 28a, 28b. Incluso cuando la parte 21a del electrodo y la parte 21b del electrodo auxiliar se mueven en la dirección longitudinal por el mecanismo 25 de movimiento, es posible mantener un estado donde se suministra potencia a la pieza de trabajo w mediante un par de cojinetes 28a, 28b y el rodillo 27a de laminación.

El electrodo 22 fijo se proporciona en el otro lado del aparato 20 de calentamiento por resistencia directa. Como se muestra en la Fig. 6, un medio 29 de tensión para el electrodo fijo está dispuesto sobre una etapa 29a. La parte 22c de plomo para el electrodo fijo está dispuesta en los medios 29 de tensión para el electrodo fijo con una placa 29b de

aislamiento interpuesta entre ellos. El cableado 2b conectado eléctricamente a la unidad 1 de alimentación de potencia está fijado a un extremo de la parte 22c de plomo para el electrodo fijo. La parte 22a de electrodo para la fijación se fija al otro extremo de la parte 22c de plomo para el electrodo fijo. Un mecanismo 31 de suspensión en el que la parte 22b de electrodo auxiliar está dispuesta de forma movable en una dirección vertical está dispuesto para cubrir la parte de electrodo 22a para la fijación.

El medio 29 de tensión para el electrodo fijo incluye un medio 29c de movimiento conectado a una superficie inferior de la placa 29b de aislamiento para mover la etapa 29a en la dirección longitudinal, deslizadores 29d, 29e para deslizar directamente la placa 26b de aislamiento en la dirección longitudinal y el carril 29f guía para guiar los deslizadores 29d, 29e. La posición de los medios 29 de tensión se ajusta deslizando la parte 22b de electrodo auxiliar, la parte 22a de electrodo y la parte 22c de plomo para el electrodo fijo en la dirección longitudinal por los medios 29c de movimiento. Proporcionando los medios 29 de tensión en el aparato 20 de calentamiento por resistencia directa de esta manera, es posible aplanar la pieza de trabajo w incluso cuando la pieza de trabajo w se expande debido al calentamiento por resistencia directa.

El mecanismo 31 de suspensión incluye un par de partes 31b, 31c de pared espaciadas entre sí en una dirección a lo ancho y dispuestas en posición vertical en el otro extremo de una etapa 31a, una parte 31d de puente que se puentea sobre los extremos superiores de las partes 31b, 31c de pared, una barra 31e de cilindro montada en un eje de la parte 31d de puente, una parte 31f de sujeción montada en un extremo delantero de la barra 31e de cilindro, y una placa 31g de sujeción que sostiene la parte 22b de electrodo auxiliar de forma aislante. La placa 31g de sujeción está sujeta por la parte 31f de sujeción a través de un eje 31h de conexión. El extremo delantero de la barra 31e de cilindro está fijado a un extremo superior de la parte 31f de sujeción. De forma similar al mecanismo 26 de suspensión, la placa 31g de sujeción está soportada de forma oscilante por partes de soporte que están provistas respectivamente en la superficie opuesta de las partes 31b, 31c de pared. A medida que la barra 31e del cilindro se mueve en una dirección vertical, la parte 31f de sujeción, el eje 31h de conexión, la placa 31g de sujeción y la parte 22b de electrodo auxiliar se mueven en una dirección vertical. La parte 22a de electrodo y la parte 22b de electrodo auxiliar se extienden a través de la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo w. De este modo, una superficie superior de la parte 22a de electrodo y una superficie inferior de la parte 22b de electrodo auxiliar se puede presionar completamente contra la pieza de trabajo w al ser equilibrada por el eje 31h de conexión.

Aunque no se muestra en las Figs. 6 a 9, la pieza de trabajo w es soportada horizontalmente por un medio de soporte horizontal. La pieza de trabajo w está intercalada y fijada por el electrodo 21 y el electrodo 22 auxiliar. La pieza de trabajo w está intercalada por el electrodo 21 y el electrodo 22 auxiliar. El electrodo 21 y el electrodo 22 auxiliar son movidos por el mecanismo 25 móvil. El electrodo 21 es movido por el mecanismo 25 de movimiento mientras que se controla una velocidad de movimiento del mismo por la unidad 15a de ajuste de velocidad. Por consiguiente, ajustando la velocidad de movimiento del electrodo 21 y el electrodo 22 auxiliar mediante la unidad 15a de ajuste de velocidad de acuerdo con la forma de la pieza de trabajo w, es posible calentar uniformemente la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo w o es posible calentar la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo w que se distribuye para cambiar suavemente de una región de alta temperatura a una región de baja temperatura.

De esta manera, en el aparato 20 de calentamiento por resistencia directa, la parte 21a del electrodo y la parte 21b del electrodo auxiliar se colocan de manera que emparedan la pieza de trabajo w desde la parte superior e inferior. La parte 21a del electrodo tiene una estructura sólida y se extiende a través de la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo w. La parte 21a del electrodo está proporcionada para extenderse a través de un par de partes 21c de plomo (barras colectoras) dispuestas a lo largo de una dirección de movimiento del electrodo. La parte 21a del electrodo, la parte 21b del electrodo auxiliar y un par de partes 21c de plomo están unidas a un medio que se mueve a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo mediante el mecanismo 25 móvil. Al menos una de la parte 21a del electrodo y la parte 21b del electrodo auxiliar se mueve verticalmente por la barra 26e del cilindro como un medio de presión y, por lo tanto, se desplaza sobre la pieza de trabajo w al emparedar la pieza de trabajo w por la parte 21a del electrodo y la parte 21b del electrodo auxiliar. De esta forma, la parte de electrodo se mueve mientras se suministra potencia desde la parte 21b de electrodo a la pieza de trabajo w a través de la barra 21c colectora.

Además de la realización mostrada en las Figs. 6 a 9, se puede emplear la siguiente configuración. Es decir, en un estado en el que al menos una de la parte 21a del electrodo y la parte 21b del electrodo auxiliar se mueve verticalmente por la varilla 26e del cilindro como un medio de presión y, por lo tanto, la pieza de trabajo w es emparedada por la parte 21a del electrodo y la parte 21b del electrodo auxiliar, la parte 21a del electrodo se mueve sobre un par de barras colectoras y, por lo tanto, puede moverse mientras suministra potencia desde la parte 21b del electrodo a la pieza de trabajo w a través de las barras 21c colectoras.

Aunque la presente invención se ha descrito en relación con una determinada realización de la misma, se pueden realizar diversos cambios y modificaciones en la misma, por ejemplo, de acuerdo con la forma y las dimensiones de la pieza de trabajo w. Por ejemplo, cuando la pieza de trabajo w incluye una región en la que el área de sección se reduce a lo largo de una dirección y, por lo tanto, se aumenta la resistencia por unidad de longitud, es posible calentar uniformemente la región moviendo el electrodo en una dirección. Un lado longitudinal de la periferia exterior de la pieza de trabajo w que conecta ambos extremos de la periferia exterior de la pieza de trabajo w no es necesariamente una

línea recta y puede ser una línea curva, o puede configurarse conectando una pluralidad de líneas rectas y/o líneas curvadas que tienen curvatura diferente.

- 5 Además, aunque se ha descrito un caso de proporcionar una región de objetivo de calentamiento en una porción de la pieza de trabajo w en la realización anterior, la presente invención se puede aplicar a un caso donde la pieza de trabajo se divide en múltiples regiones, cada una de las cuales es una región objetivo de calentamiento.

Además, la presente invención se puede aplicar a un caso en el que la pieza de trabajo no está hecha de un solo material sino configurada conectando dos elementos de placa mediante soldadura, por ejemplo. En este caso, la región objetivo de calentamiento puede extenderse a través de la línea de soldadura.

Capacidad de aplicación industrial

- 10 Una o más realizaciones de la invención proporcionan un método de calentamiento por resistencia directa capaz de calentar sustancialmente de manera uniforme una porción de una pieza de trabajo en forma de placa que tiene un ancho variable a lo largo de una dirección longitudinal de la pieza de trabajo.

REIVINDICACIONES

1. Un método de calentamiento por resistencia directa que comprende:

- 5 colocar un primer electrodo (11) y un segundo electrodo (12) en una pieza de trabajo (w) en forma de placa de manera que el primer electrodo (11) y el segundo electrodo (12) se extienden a través de la pieza de trabajo (w) en una dirección sustancialmente perpendicular a una línea central (L_{α}) de una región objetivo de calentamiento (w_1) de la pieza de trabajo (w), la línea central (L_{α}) que conecta una porción media (L_M) de un lado (L) de la región objetivo de calentamiento (w_1) y una porción media (R_M) del otro lado (R) de la región objetivo de calentamiento (w_1); y
- 10 mover al menos uno del primer electrodo (11) y el segundo electrodo (12) a lo largo de la línea central (L_{α}) mientras se aplica corriente eléctrica entre el primer electrodo (11) y el segundo electrodo (12), **caracterizado porque** la colocación del primer electrodo (11) y el segundo electrodo (12) comprende girar la pieza de trabajo (w) en un plano horizontal o girar cada uno del primer electrodo (11) y el segundo electrodo (12) en el plano horizontal de modo que la línea central (L_{α}) es sustancialmente perpendicular al primer electrodo (11) y al segundo electrodo (12).
- 15 2. El método de calentamiento por resistencia directa de acuerdo con la reivindicación 1, en el que uno del primer electrodo (11) y el segundo electrodo (12) se mueven a lo largo de la línea central (L_{α}) y en una dirección en la que la resistencia por longitud en minutos de la pieza de trabajo (w) aumenta, con el fin de ajustar un tiempo durante el cual se aplica la corriente eléctrica para cada porción de la región objetivo de calentamiento (w_1).
- 20 3. El método de calentamiento por resistencia directa de acuerdo con la reivindicación 1, en el que desde un estado en el que la corriente eléctrica comienza a aplicarse a un estado en el que se detiene la aplicación de la corriente eléctrica, una cantidad total de calor por unidad de volumen de una porción (w_2) de la pieza de trabajo (w) donde la corriente eléctrica es aplicada por el primer electrodo (11) y el segundo electrodo (12), cae dentro de un cierto intervalo, independientemente de una ubicación en la pieza de trabajo (w).

FIG. 1A

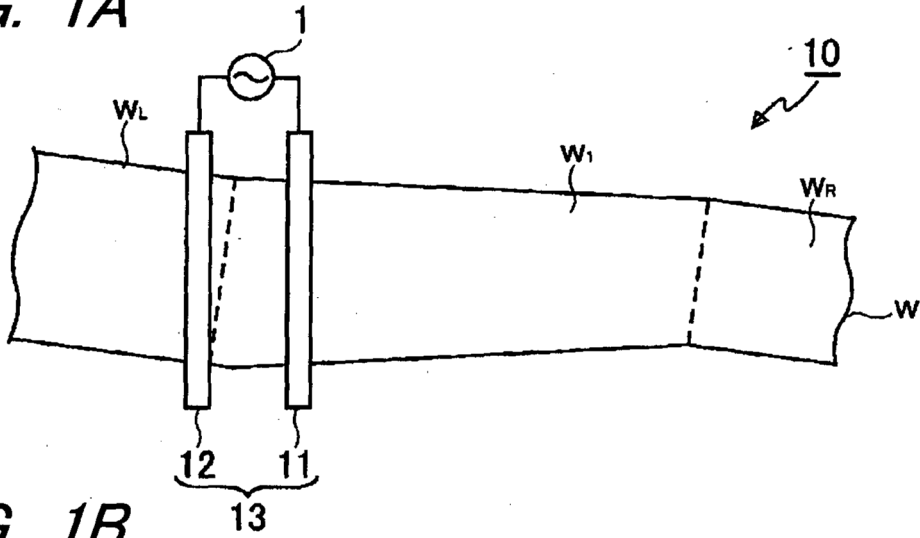


FIG. 1B

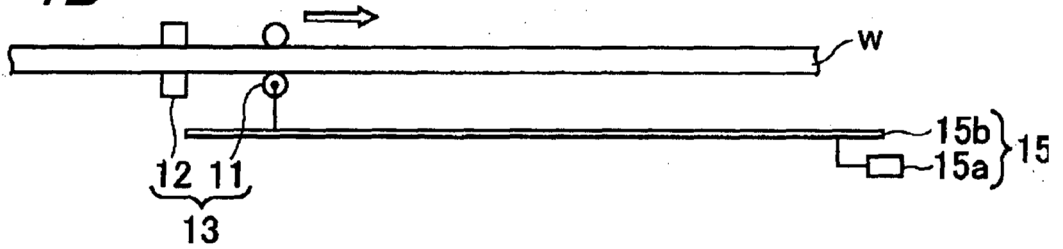


FIG. 1C

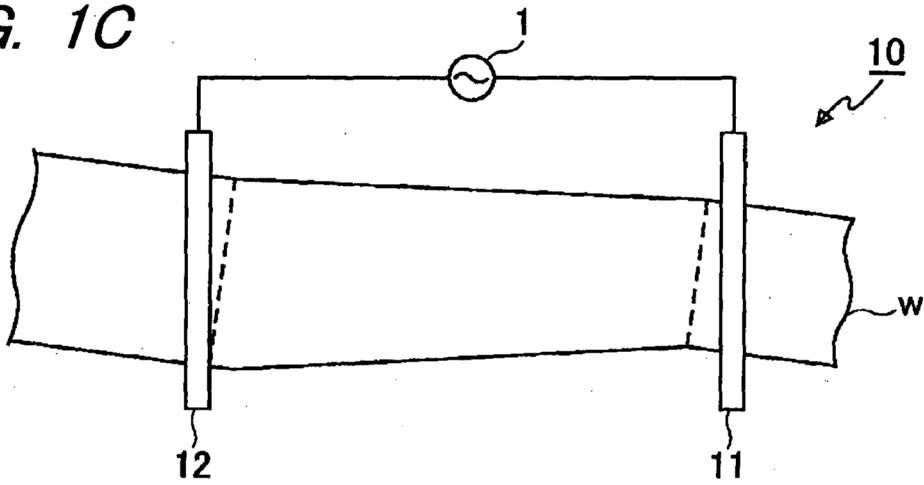


FIG. 1D

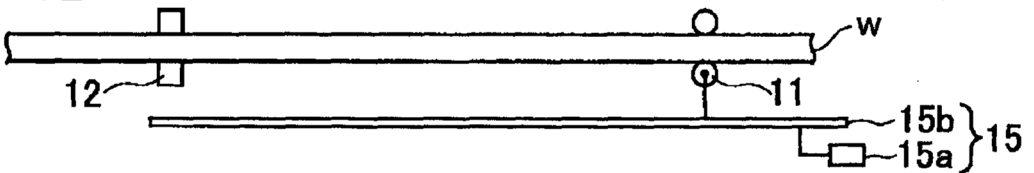


FIG. 2

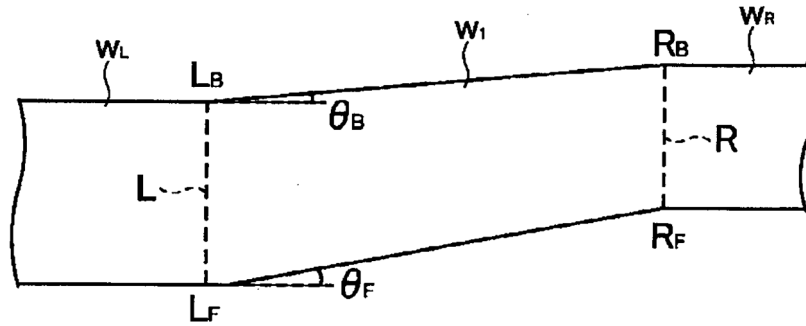


FIG. 3A

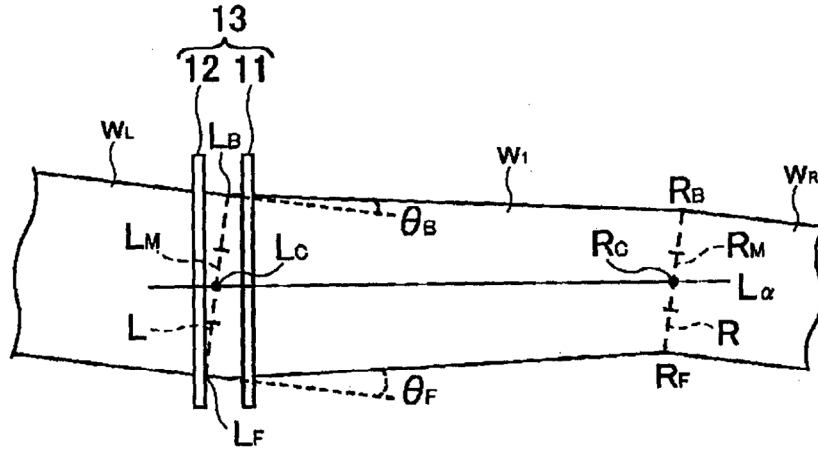


FIG. 3B

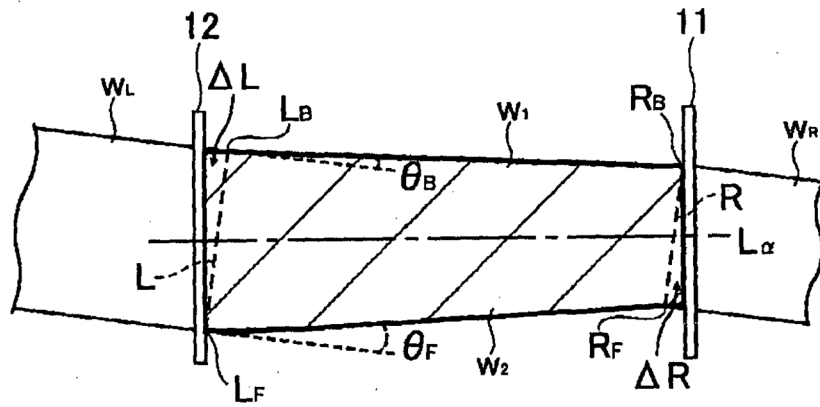


FIG. 4

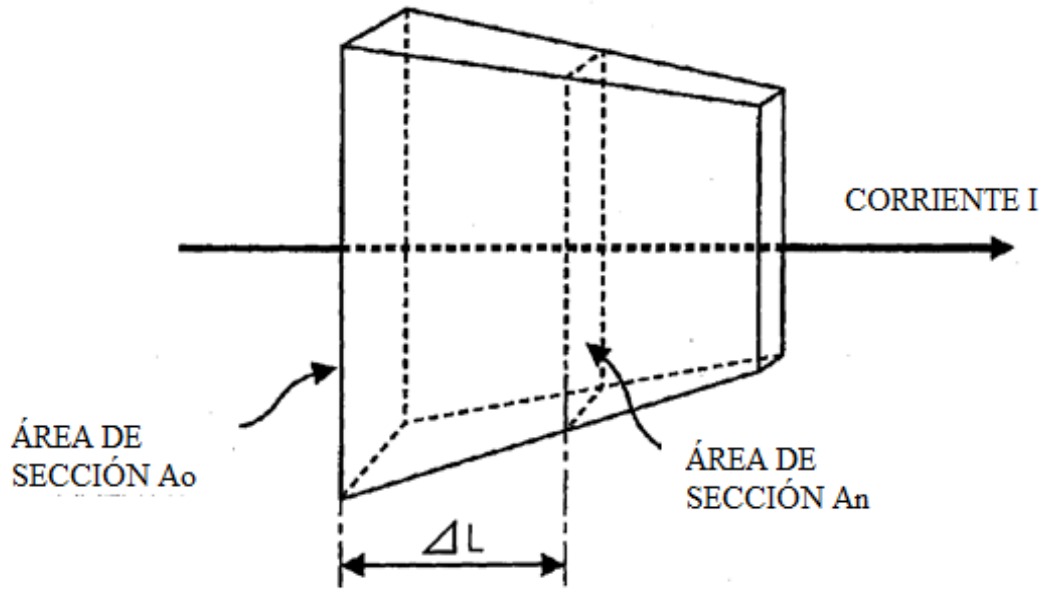


FIG. 5A

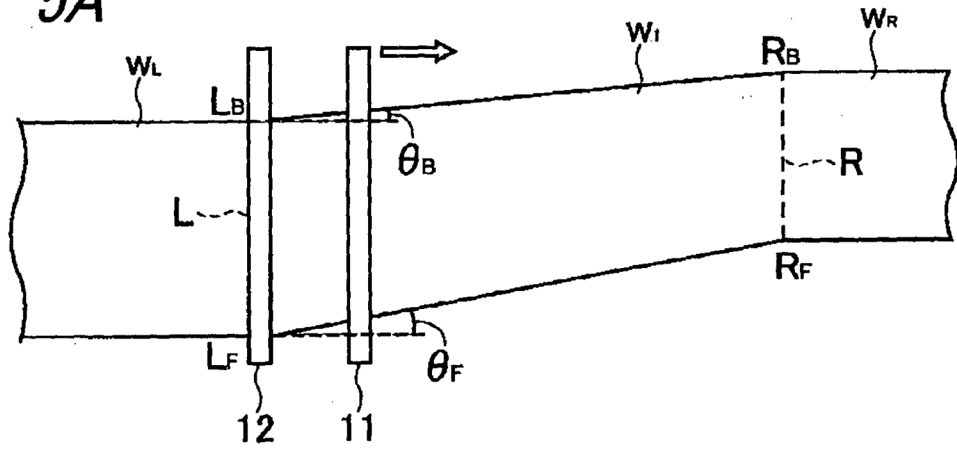


FIG. 5B

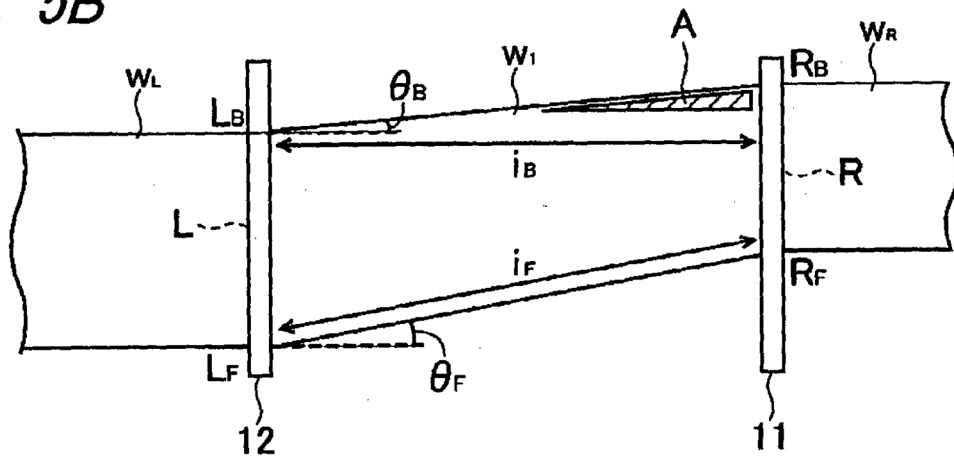


FIG. 6

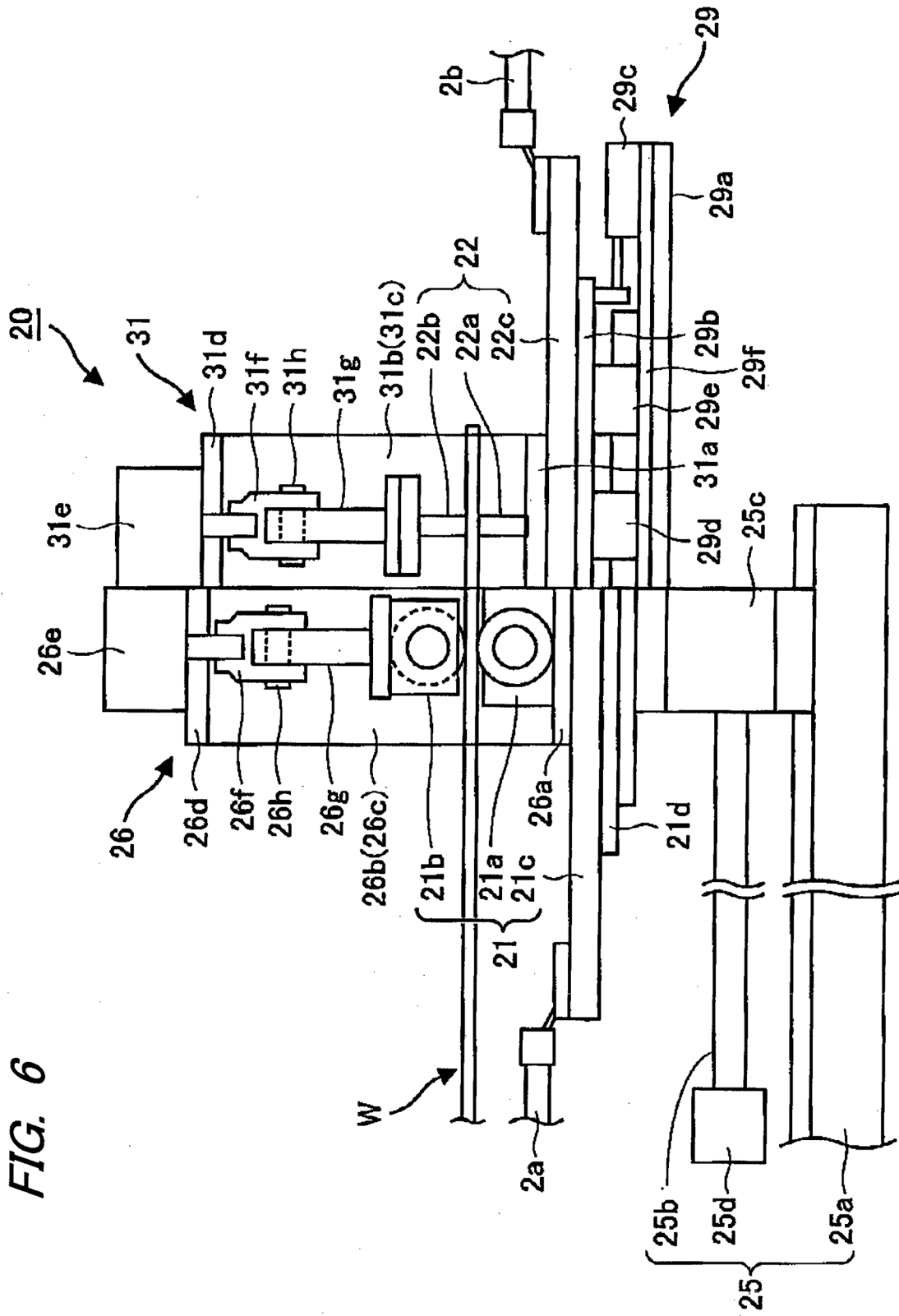


FIG. 7

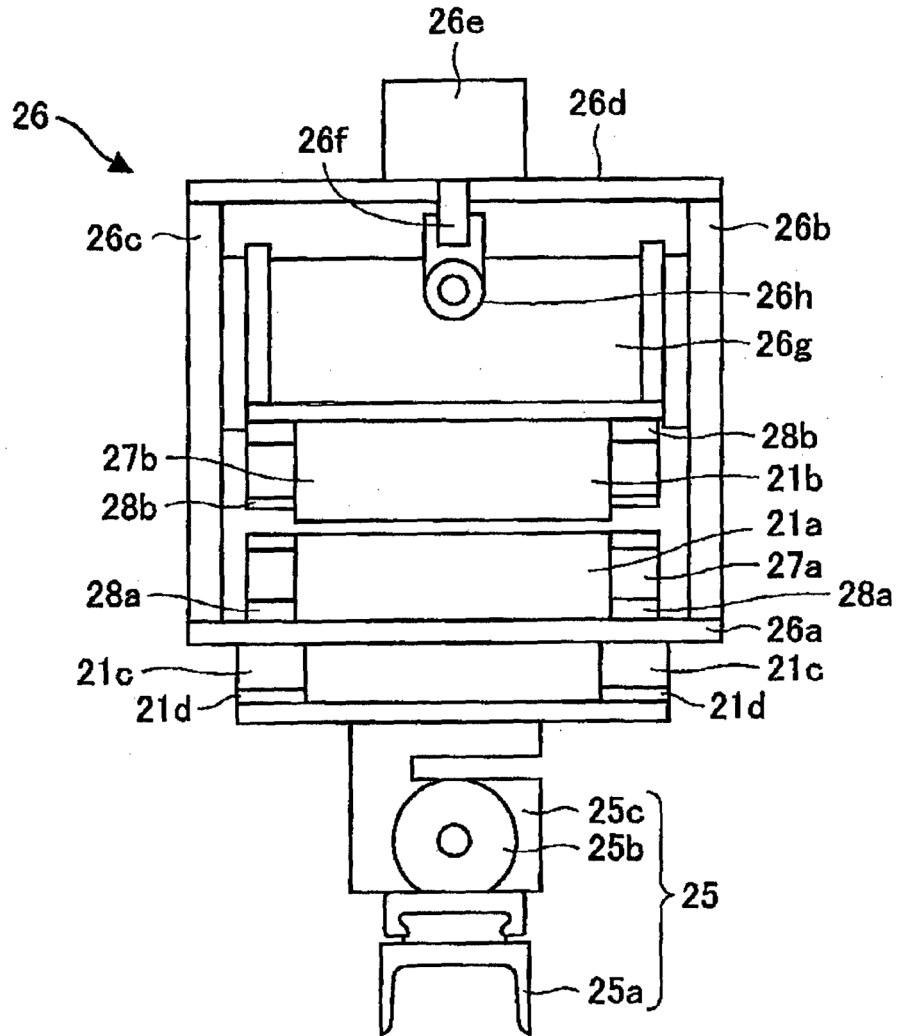


FIG. 8

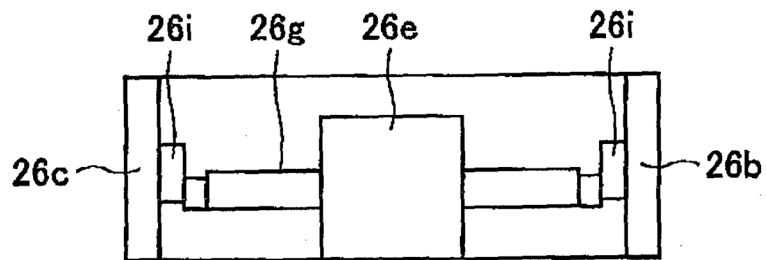


FIG. 9

