

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 857**

51 Int. Cl.:

C21D 9/00 (2006.01)

C21D 9/50 (2006.01)

C21D 1/40 (2006.01)

H05B 3/00 (2006.01)

H05B 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.08.2013 PCT/JP2013/071749**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.02.2014 WO14025054**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2013 E 13752946 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2880191**

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

30 Prioridad:

06.08.2012 JP 2012174464

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

13.11.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**OOYAMA, HIRONORI y
KOBAYASHI, KUNIHIRO**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 730 857 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 de resistencia directa

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método de calentamiento de resistencia directa que aplica corriente eléctrica a una pieza de trabajo tal como un material de acero.

Antecedentes de la técnica

10 Se aplica tratamiento térmico a, por ejemplo, estructuras de vehículo como un pilar central y un refuerzo para asegurar la resistencia mecánica. El tratamiento térmico puede clasificarse en dos tipos, concretamente, calentamiento indirecto y calentamiento directo. Un ejemplo de calentamiento indirecto es un calentamiento con horno en el que una pieza de trabajo se coloca en el interior de un horno y la temperatura del horno se controla para calentar la pieza de trabajo. Ejemplos de calentamiento directo incluyen calentamiento por inducción en el que una corriente de Foucault se aplica a una pieza de trabajo para calentar la pieza de trabajo, y un calentamiento de resistencia directa (denominado también calentamiento por conducción eléctrica directa) en el que una corriente eléctrica se aplica directamente a una pieza de trabajo para calentar la pieza de trabajo.

15 Algunas partes automotrices se forman prensando una preforma a medida, que se hace, por ejemplo, soldando placas hechas de diferentes materiales y/o que tienen diferentes grosores (véase, por ejemplo, el documento JP2004-058082A).

20 Cuando se prensa una preforma a medida de este tipo, solamente una porción de la preforma a medida puede calentarse a una temperatura de temple, sin calentar la región no de temple de la preforma a medida a la temperatura de temple. Para implementar este calentamiento, la temperatura de calentamiento respectiva puede ajustarse controlando la cantidad de corriente eléctrica aplicada a un par de electrodos proporcionados en la región de temple de la preforma y la cantidad de corriente eléctrica aplicada a otro par de electrodos proporcionados en la región no de temple de la preforma, respectivamente.

El documento JP S61 37922 A da a conocer un método de calentamiento eléctrico continuo.

25 El documento WO 02/50316 A1 da a conocer un método y dispositivo para calentamiento parcial de láminas de metal.

Es decir, cuando se calienta una pieza de trabajo similar a una preforma a medida para tener una distribución de temperatura deseada, una pluralidad de pares de electrodos se proporciona para una sola pieza de trabajo, y la cantidad de corriente eléctrica aplicada se controla para cada par de electrodos. Esto no es deseable desde el punto de vista del coste de instalación.

30 Sumario de Invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar un método de calentamiento de resistencia directa que hace menos necesario proporcionar una pluralidad de pares de electrodos para calentar una pieza de trabajo.

35 Según un aspecto de la presente invención, un método de calentamiento de resistencia directa incluye colocar un primer electrodo y un segundo electrodo de manera que se proporcione un espacio entre el primer electrodo y el segundo electrodo y de manera que cada uno del primer electrodo y el segundo electrodo se extiende a través de una región objetivo de calentamiento de una pieza de trabajo, mover al menos uno del primer electrodo y el segundo electrodo aplicándose una corriente eléctrica entre el primer electrodo y el segundo electrodo, y ajustar un tiempo durante el cual se aplica la corriente eléctrica para cada región de segmento de la región objetivo de calentamiento, definiéndose las regiones de segmento dividiendo la región objetivo de calentamiento y disponiéndose una al lado de la otra a lo largo de una dirección en la que se mueve el al menos uno del primer electrodo y el segundo electrodo.

40 El al menos uno del primer electrodo y el segundo electrodo puede moverse en la dirección a lo largo de la cual una resistencia por longitud de unidad de la pieza de trabajo aumenta, y una velocidad de movimiento del al menos uno del primer electrodo y el segundo electrodo puede ajustarse según el aumento de la resistencia, calentando de ese modo la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo para tener una distribución de temperatura dada.

45 La pieza de trabajo puede ser una preforma que tiene una porción soldada en la que una primera placa de acero y una segunda placa de acero se unen, siendo diferentes entre sí al menos uno de los materiales que forman la primera placa de acero y la segunda placa de acero y los grosores de la primera placa de acero y la segunda placa de acero. El primer electrodo y el segundo electrodo pueden colocarse en la primera placa de acero de manera que el primer electrodo está más alejado de la porción soldada que el segundo electrodo, y el primer electrodo puede moverse para no moverse a través de la porción soldada, aplicándose la corriente eléctrica entre el primer electrodo y el segundo electrodo. Antes de que el primer electrodo alcance un extremo de la primera placa de acero, el segundo electrodo se mueve a través de la porción soldada para alcanzar un extremo de la segunda placa de acero.

50

5 El primer electrodo puede colocarse en la primera placa de acero y el segundo electrodo puede colocarse en la segunda placa de acero de manera que la porción soldada se dispone entre el primer electrodo y el segundo electrodo, y el primer electrodo puede moverse alejándose de la porción soldada y el segundo electrodo, aplicándose la corriente eléctrica entre el primer electrodo y el segundo electrodo. Antes de que el primer electrodo alcance un extremo de la primera placa de acero, el segundo electrodo se mueve alejándose de la porción soldada y el primer electrodo.

10 Siendo constante la corriente eléctrica aplicada entre el primer electrodo y el segundo electrodo, el primer electrodo se mueve sin mover el segundo electrodo para ensanchar el espacio entre el primer electrodo y el segundo electrodo, y antes de que el primer electrodo alcance un extremo de la región objetivo de calentamiento, el segundo electrodo se mueve en una dirección opuesta a la dirección en la que el primer electrodo se mueve, calentando de ese modo la región objetivo de calentamiento de manera que la región objetivo de calentamiento se divide en una región de alta temperatura y una región de baja temperatura.

15 Según la presente invención, el primer electrodo y el segundo electrodo se colocan para extenderse a través de la región objetivo de calentamiento de una pieza de trabajo de manera que se proporcione un espacio entre el primer electrodo y el segundo electrodo y al menos uno del primer electrodo y el segundo electrodo se mueva como un electrodo de movimiento aplicándose la corriente eléctrica entre el primer electrodo y el segundo electrodo.

20 Por consiguiente, es posible ajustar el tiempo de aplicación de corriente para cada región (región de segmento) definida dividiendo la región objetivo de calentamiento de manera que las regiones de segmento se disponen una al lado de la otra en una dirección, alineando la dirección de movimiento de electrodo a lo largo de una dirección de la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo y moviendo un electrodo de movimiento a lo largo de la una dirección o moviendo dos electrodos de movimiento en la misma dirección o en las direcciones opuestas.

25 Por consiguiente, aplicando una corriente eléctrica constante entre el primer electrodo y el segundo electrodo, una cantidad predeterminada de electricidad puede suministrarse a cada región de segmento independientemente del tiempo de suministro de corriente, y la cantidad diferente de energía eléctrica puede suministrarse a cada región de segmento o la misma cantidad de energía eléctrica puede suministrarse a cada región de segmento. Por tanto, es menos necesario preparar y colocar pares de electrodos para las respectivas regiones de segmento.

Breve descripción de los dibujos

30 Las figuras 1A a 1E ilustran un método de calentamiento de resistencia directa según una primera realización que describe determinados aspectos útiles para entender la presente invención, en las que la figura 1A es una vista en planta que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 1B es una vista frontal que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 1C es una vista en planta que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente, la figura 1D es una vista frontal que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente y la figura 1E es un diagrama que ilustra la distribución de temperatura de una pieza de trabajo;

la figura 2 es un diagrama para explicar una expresión de relación básica en un calentamiento de resistencia directa;

35 la figura 3 es una vista frontal de un aparato de calentamiento de resistencia directa para llevar a cabo el método de calentamiento de resistencia directa ilustrado en las figuras 1A a 1E;

la figura 4 es una vista lateral izquierda del aparato de calentamiento de resistencia directa de la figura 3;

la figura 5 es una vista en planta de una porción del aparato de calentamiento de resistencia directa de la figura 3;

la figura 6 es una vista lateral derecha del aparato de calentamiento de resistencia directa de la figura 3;

40 las figuras 7A a 7E ilustran un método de calentamiento de resistencia directa según una segunda realización inventiva de la presente invención, en las que la figura 7A es una vista en planta que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 7B es una vista frontal que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 7C es una vista en planta que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente, la figura 7D es una vista frontal que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente y la figura 7E es un diagrama que ilustra la distribución de temperatura de una pieza de trabajo;

45 las figuras 8A a 8E ilustran un método de calentamiento de resistencia directa según una tercera realización no inventiva de la presente divulgación, en las que la figura 8A es una vista en planta que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 8B es una vista frontal que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 8C es una vista en planta que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente, la figura 8D es una vista frontal que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente y la figura 8E es un diagrama que ilustra la distribución de temperatura de una pieza de trabajo;

50 las figuras 9A a 9G ilustran un método de calentamiento de resistencia directa según una cuarta realización inventiva de la presente invención, en las que la figura 9A es una vista en planta que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 9B es una vista frontal que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 9C es una vista en planta que ilustra un estado al tiempo que se está aplicando la corriente, la figura 9D es una vista frontal que ilustra un estado al

tiempo que se está aplicando la corriente, la figura 9E es una vista en planta que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente, la figura 9F es una vista frontal que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente y la figura 9G es un diagrama que ilustra la distribución de temperatura de una pieza de trabajo;

5 las figuras 10A a 10G ilustran un método de calentamiento de resistencia directa según una quinta realización inventiva de la presente invención, en las que la figura 10A es una vista en planta que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 10B es una vista frontal que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 10C es una vista en planta que ilustra un estado al tiempo que se está aplicando la corriente, la figura 10D es una vista frontal que ilustra un estado al tiempo que se está aplicando la corriente, la figura 10E es una vista en planta que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente, la figura 10F es una vista frontal que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente y la figura 10G es un diagrama que ilustra la distribución de temperatura de una pieza de trabajo; y

10 las figuras 11A a 11I ilustran un método de calentamiento de resistencia directa según una sexta realización no inventiva de la presente divulgación, en las que la figura 11A es una vista en planta que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 11B es una vista frontal que ilustra un estado antes de aplicar corriente, la figura 11C es una vista en planta que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente en la primera etapa, la figura 11D es una vista frontal que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente en la primera etapa, la figura 11E es una vista en planta que ilustra un estado antes de aplicar corriente en la segunda etapa, la figura 11F es una vista frontal que ilustra un estado antes de aplicar corriente en la segunda etapa, la figura 11G es una vista en planta que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente, la figura 11H es una vista frontal que ilustra un estado después de haberse aplicado la corriente y la figura 11I es un diagrama que ilustra la distribución de temperatura de una pieza de trabajo.

Descripción de las realizaciones

A continuación, en el presente documento, se describirán realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos. Para implementar la presente invención, no hay limitación para una anchura de una pieza de trabajo tal como se ve en una vista en planta o para un grosor de la pieza de trabajo. Puede proporcionarse una región rebajada o de apertura en una región de la pieza de trabajo que va a calentarse (a continuación, en el presente documento, “región objetivo de calentamiento”). La “región objetivo de calentamiento” es una región que va a calentarse que se determina de antemano con respecto a la pieza de trabajo y es diferente de una región en la pieza de trabajo donde va a aplicarse corriente eléctrica mediante los electrodos que están en contacto con la pieza de trabajo. Esto es porque hay una posibilidad de que un electrodo no se disponga a lo largo de cada lado de la región objetivo de calentamiento, sino que se disponga de manera oblicua con respecto a cada lado de la región objetivo de calentamiento. La pieza de trabajo es, por ejemplo, un material de acero que puede calentarse aplicando la corriente eléctrica a través del mismo. La pieza de trabajo puede configurarse mediante una sola pieza o puede configurarse mediante un cuerpo integral obtenido mediante la unión de los materiales con diferente resistividad o grosor mediante soldadura o similar. Además, la pieza de trabajo puede estar dotada de una región objetivo de calentamiento o una pluralidad de regiones objetivo de calentamiento. Cuando la pieza de trabajo está dotada de una pluralidad de regiones objetivo de calentamiento, la pluralidad de regiones objetivo de calentamiento pueden ser adyacentes entre sí o pueden estar separadas entre sí, en lugar de ser adyacentes entre sí.

Se describirá un aparato 10 de calentamiento de resistencia directa para llevar a cabo un método de calentamiento de resistencia directa según una primera realización de la presente invención con referencia a las figuras 11A a 11E. El aparato 10 de calentamiento de resistencia directa incluye un par de electrodos 13 y un mecanismo 15 de movimiento. El par de electrodos 13 se acopla eléctricamente a una unidad 1 de alimentación de energía e incluye un primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12. El mecanismo 15 de movimiento está configurado para mover uno o ambos del primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12.

En un estado en el que el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 se ponen en contacto con una pieza w de trabajo y en el que se está aplicando corriente eléctrica a la pieza w de trabajo desde la unidad 1 de alimentación de energía a través del par de electrodos 13, el mecanismo 15 de movimiento mueve el primer electrodo 11 para cambiar la distancia entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12. En el presente documento, la pieza w de trabajo es fija y no se mueve.

En el ejemplo mostrado en las figuras 1A a 1E, el primer electrodo 11 es un electrodo de movimiento dado que el primer electrodo 11 se mueve mediante el mecanismo 15 de movimiento y el segundo electrodo 12 es un electrodo fijo dado que el segundo electrodo 12 no se mueve mientras está en contacto con la pieza w de trabajo. En otros casos, el segundo electrodo 12 puede ser un electrodo de movimiento y el primer electrodo 11 puede ser un electrodo fijo, o tanto el primer electrodo 11 como el segundo electrodo 12 pueden ser un electrodo de movimiento. En un caso en el que el segundo electrodo 12 sirve como electrodo de movimiento, el electrodo de movimiento se mueve mediante un mecanismo de movimiento similar al mecanismo 15 de movimiento.

El mecanismo 15 de movimiento mueve el electrodo de movimiento al tiempo que ajusta una velocidad de movimiento del electrodo de movimiento, desde el inicio de suministro de corriente desde la unidad 1 de alimentación de energía hasta el par de electrodos 13 hasta el extremo del suministro de corriente. De este modo, es posible controlar el tiempo de aplicación de corriente para cada región (a continuación, en el presente documento, “región de segmento”) que se

define dividiendo la región objetivo de calentamiento a lo largo de una dirección de movimiento del electrodo de movimiento. Es decir, la región objetivo de calentamiento puede considerarse como una fila de regiones de segmento, que tienen cada una la anchura de la pieza w de trabajo tal como se ve en una vista en planta y que están dispuestas secuencialmente una al lado de la otra a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo, de modo que se aplica energía eléctrica dada a cada región de segmento.

En un aspecto mostrado en la figura 1, por simplicidad de la explicación, toda la región de la pieza w de trabajo es consistente con la región objetivo de calentamiento y la anchura de la pieza de trabajo es constante independientemente de la dirección de movimiento del electrodo. Por consiguiente, es posible controlar la magnitud de cantidad de calor generada en cada región de segmento ajustando una velocidad de movimiento del primer electrodo 11 usando el mecanismo 15 de movimiento al tiempo que se aplica una corriente eléctrica constante a la pieza w de trabajo desde la unidad 1 de alimentación de energía por medio del par de electrodos 13.

El mecanismo 15 de movimiento incluye una unidad 15a de ajuste configurada para controlar una velocidad de movimiento del uno de movimiento del primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12, y un mecanismo 15b de accionamiento configurado para mover el electrodo de movimiento. La unidad 15a de ajuste está configurada para calcular una velocidad de movimiento del electrodo que va a moverse a partir de datos en las formas y dimensiones de la pieza w de trabajo o la región objetivo de calentamiento y el mecanismo 15b de accionamiento está configurado para mover el electrodo que va a moverse mediante la velocidad de movimiento calculada. La velocidad de movimiento calculada por la unidad 15a de ajuste se describirá a continuación.

Tal como se muestra en la figura 2, donde la temperatura se eleva mediante θ_0 aplicando corriente I a una zona de sección transversal A_0 en longitud de unidad durante un periodo de tiempo t_0 (s), se establece la siguiente fórmula (1).

$$\theta_0 = \rho_{e0}/(\rho_0 \cdot C_0) \times (I^2 \times t_0)/A_0^2 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad \text{Fórmula (1)}$$

en la que C_0 es calor específico (J/kg·°C), ρ_0 es densidad (kg/m³) y ρ_{e0} es resistividad (Ω·m).

Donde la temperatura se eleva mediante θ_n aplicando corriente I a una zona de sección transversal A_n en longitud de unidad durante un periodo de tiempo t_n (s), se establece la siguiente fórmula (2).

$$\theta_n = \rho_{en}/(\rho_n \cdot C_n) \times (I^2 \times t_n)/A_n^2 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad \text{Fórmula (2)}$$

en la que C_n es calor específico (J/kg·°C), ρ_n es densidad (kg/m³) y ρ_{en} es resistividad (Ω·m).

La relación entre el tiempo t_0 y el tiempo t_n se representa en la siguiente fórmula (3) cuando las zonas en sección transversal tienen una relación de $A_0 \geq A_n$, la corriente I es constante y se establece un gradiente de temperatura de $\theta_0 > \theta_n$.

$$(\theta_0 \cdot \rho_0 \cdot C_0)/\rho_{e0} \times A_0^2/t_0 = (\theta_n \cdot \rho_n \cdot C_n)/\rho_{en} \times A_n^2/t_n \quad \text{Fórmula (3)}$$

Un término de temperatura y un término dependiente de temperatura se organizan tal como se indica en las siguientes fórmulas (4) y (5) y se consideran como $k\theta_0$ y $k\theta_n$.

$$(\theta_0 \cdot \rho_0 \cdot C_0)/\rho_{e0} = k\theta_0 \quad \text{Fórmula (4)}$$

$$(\theta_n \cdot \rho_n \cdot C_n)/\rho_{en} = k\theta_n \quad \text{Fórmula (5)}$$

Entonces, la fórmula (3) tiene el mismo valor que la fórmula (6) y se calcula la fórmula (7).

$$k\theta_0 \times A_0^2/t_0 = k\theta_n \times A_n^2/t_n \quad \text{Fórmula (6)}$$

$$t_n = k\theta_n/k\theta_0 \times (A_0/A_n)^2 \times t_0 \quad \text{Fórmula (7)}$$

Cuando se define una razón de elevación de temperatura n como $k\theta_n/k\theta_0$, se obtiene la siguiente fórmula (8) a partir de la fórmula (7).

$$t_n = n \times (A_n/A_0)^2 \times t_0 \quad \text{Fórmula (8)}$$

En un caso donde se aplica una corriente constante I y se lleva a cabo un calentamiento para permitir que porciones con diferente zona de sección transversal tengan un gradiente de temperatura, el tiempo durante el cual se aplica la

corriente a una sección transversal determinada es proporcional a la razón de elevación de temperatura y también proporcional al cuadrado de la razón de zona de sección transversal. Como resultado, la velocidad ΔV del electrodo de movimiento puede calcularse tal como se indica en la siguiente fórmula (9).

$$\Delta V = \Delta L / (t_0 - t_n) \quad \text{Fórmula (9)}$$

5 La fórmula (8) y la fórmula (9) solo están disponibles cuando se establece la siguiente fórmula (10).

$$(k\theta_n / k\theta_0) \times (A_n / A_0)^2 \geq 1 \quad \text{Fórmula (10)}$$

10 En el presente documento, cuando la zona de sección transversal de la pieza w de trabajo es constante en la dirección de movimiento del electrodo, tal como se muestra en la figura 1, el tiempo de aplicación de corriente es proporcional a la razón de elevación de temperatura n. Por consiguiente, en un caso en el que se desee establecer que el gradiente de temperatura sea constante y el valor de la elevación de temperatura se reduzca a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo, puede aumentarse una distancia entre los electrodos a lo largo del tiempo moviendo el primer electrodo 11 a una velocidad constante.

15 Además, cuando la zona de sección transversal de la pieza w de trabajo se reduce a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo, el tiempo de aplicación de corriente es proporcional al cuadrado de la razón de zona de sección transversal y proporcional a la razón de elevación de temperatura. Por consiguiente, en un caso en el que se desee establecer que el gradiente de temperatura sea constante y el valor de la elevación de temperatura se reduzca a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo, el primer electrodo 11 puede moverse según el cuadrado de la razón de zona de sección transversal.

20 Básicamente, el primer electrodo 11 se mueve para satisfacer la fórmula (9). Dependiendo del tamaño y/o la distribución de temperatura de la pieza w de trabajo, el par de electrodos se dispone de manera que se establece una relación de $n(A_n/A_0)^2 \leq 1$.

25 Tal como se describió anteriormente, la unidad 15a de ajuste puede calcular la velocidad de movimiento a partir de los datos sobre la forma y las dimensiones de la pieza w de trabajo en forma de placa tal como un material de acero y la distribución de temperatura establecida en la pieza w de trabajo. Tal como se muestra en la figura 1C, la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo se divide en n regiones de segmento w_1 a w_n . Cada una de las regiones de segmento tiene dos lados, concretamente, un lado que tiene una longitud correspondiente a la anchura de la pieza w de trabajo y otro lado que tiene una longitud obtenida dividiendo equitativamente la longitud longitudinal de la región objetivo de calentamiento entre el número n. De este modo, la región objetivo de calentamiento se divide en tiras y las regiones de segmento w_1 a w_n se disponen una al lado de la otra a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo. Tal como se describió anteriormente, el tiempo de aplicación de corriente para las regiones de segmento w_1 a w_n pueden ajustarse moviendo el primer electrodo 11. Al hacerlo, es posible asegurar la cantidad de electricidad en cada región de segmento en respuesta al valor de resistencia de las regiones de segmento. Además, es posible calentar la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo para tener una distribución de temperatura deseada, por ejemplo, una distribución de temperatura uniforme.

35 En el presente documento, la unidad 1 de alimentación de energía puede ser una fuente de alimentación de CA así como una fuente de alimentación de CC. Cuando la corriente promedio en un periodo no se cambia incluso en el caso de la fuente de alimentación de CA, es posible calentar la pieza de trabajo en una distribución de temperatura predeterminada ajustando el tiempo de aplicación de corriente para cada región de segmento. Cada uno de los electrodos tiene una longitud que puede extenderse a través de la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo en una dirección que interseca la dirección de movimiento del electrodo. El motivo es que, si los electrodos no se extienden a través cada región definida dividiendo en tiras, la cantidad de electricidad pasa a ser diferente en la dirección de anchura en cada región.

45 De este modo, según el método de calentamiento de resistencia directa de la primera realización de la presente invención, el primer electrodo 11 se mueve según el cambio en resistencia por longitud de unidad en la dirección de movimiento del electrodo y se ajusta el tiempo de aplicación de corriente para regiones de segmento en forma de tira respectivas para formar la región objetivo de calentamiento. La cantidad de electricidad suministrada a cada región de segmento puede ajustarse y la región objetivo de calentamiento puede calentarse en una distribución de temperatura predeterminada. En ese momento, puede determinarse el tiempo de aplicación de corriente para cada región de segmento por la velocidad de movimiento del primer electrodo 11. En el presente documento, "resistencia por longitud de unidad" significa resistencia en cada región cuando se divide la pieza w de trabajo a lo largo de la dirección longitudinal en regiones de minuto w_1 a w_n , por ejemplo, tal como se muestra en la figura 1C. La "resistencia por longitud de unidad" puede denominarse "resistencia por longitud de minuto", "zona en sección transversal que tiene longitud de minuto" o simplemente "zona de sección transversal de longitud de minuto".

55 Por ejemplo, en un caso en el que la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo tiene una anchura sustancialmente constante a lo largo de la dirección longitudinal de la pieza de trabajo, el primer electrodo 11 puede

5 moverse mediante el mecanismo 15 de movimiento aplicándose la corriente eléctrica desde la unidad 1 de alimentación de energía hasta el par de electrodos 13. Por consiguiente, no es necesario proporcionar una pluralidad de pares de electrodos a ambos extremos de la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo según una distribución de temperatura ni controlar la cantidad de suministro de corriente según la distribución de temperatura, como en la técnica relacionada.

10 A continuación, se describirá una configuración detallada de un ejemplo de un aparato de calentamiento de resistencia directa para llevar a cabo el método de calentamiento de resistencia directa mostrado en las figuras 1A a 1E con referencia a las figuras 3 a 6. Tal como se muestra en las figuras 3 a 6, cada electrodo 21, 22 de un aparato 20 de calentamiento de resistencia directa está configurado mediante porciones 21a, 22a de electrodo y porciones 21b, 22b de electrodo auxiliares, que sostienen la pieza w de trabajo entre las mismas en una dirección vertical.

15 En la figura 3, se dispone un electrodo 21 de movimiento en el lado izquierdo y un electrodo 22 fijo se dispone en el lado derecho, tal como se ve desde la parte frontal. El electrodo 21 de movimiento y el electrodo 22 fijo incluyen respectivamente partes 21c, 22c de avance emparejadas, entrando en contacto las porciones 21a, 22a de electrodo con la pieza w de trabajo y las porciones 21b, 22b de electrodo auxiliares para prensar la pieza w de trabajo hacia las porciones 21a, 22a de electrodo.

20 Tal como se muestra en la figura 3, un mecanismo 25 de movimiento se configura de la siguiente manera. Un carril 25a de guía se extiende en la dirección izquierda y derecha. Un vástago 25b de control de movimiento configurado por un árbol roscado se dispone por encima del carril 25a de guía para extenderse en la dirección izquierda y derecha. El vástago 25b de control de movimiento se rosca a un elemento 25c deslizante que se desliza en el carril 25a de guía. El elemento 25c deslizante se mueve en la dirección izquierda y derecha haciendo rotar el vástago 25b de control de movimiento mediante un motor 25d paso a paso al tiempo que ajusta la velocidad del mismo.

25 La parte 21c de avance para el electrodo 21 de movimiento se dispone en el elemento 25c deslizante por medio de una placa 21d de aislamiento. Un cableado 2a se acopla eléctricamente a la unidad 1 de alimentación de energía y se fija a un extremo de la parte 21c de avance. La porción 21a de electrodo del electrodo 21 de movimiento se fija al otro extremo de la parte 21c de avance. Se dispone un mecanismo 26 de suspensión en el que la porción 21b de electrodo auxiliar del electrodo 21 de movimiento se dispone para poder moverse en una dirección vertical.

30 El mecanismo 26 de suspensión se proporciona en un armazón de montaje que tiene una plataforma 26a, paredes 26b, 26c y una porción 26d de puente. Es decir, el mecanismo 26 de suspensión incluye un par de paredes 26b, 26c que están separadas entre sí en una dirección de anchura y proporcionadas en el otro extremo de la plataforma 26a, la porción 26d de puente que conecta a modo de puente entre los extremos superiores de las paredes 26b, 26c, un vástago 26e cilíndrico montado en un eje de la porción 26d de puente, una porción 26f de sujeción montada en un extremo de avance del vástago 26e cilíndrico, y una placa 26g de sostén que sostiene la porción 21b de electrodo auxiliar de una manera aislante. El extremo de avance del vástago 26e cilíndrico se fija a un extremo superior de la porción 26f de sujeción y se proporcionan porciones 26i de soporte respectivamente en la superficie opuesta de las paredes 26b, 26c, de modo que la placa 26g de sostén puede guiarse de manera oscilante por un eje 26h de conexión. Cuando el vástago 26e cilíndrico se mueve en una dirección vertical, la parte 26f de sostén, el eje 26h de conexión, la placa 26g de sostén y la porción 21b de electrodo auxiliar se mueven en una dirección vertical. La porción 21a de electrodo y la porción 21b de electrodo auxiliar del electrodo 21 de movimiento se extienden para extenderse a través de la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo. Por tanto, toda la superficie superior de la porción 21a de electrodo y toda la superficie inferior de la porción 21b de electrodo auxiliar puede prensarse contra la pieza w de trabajo oscilándose mediante el eje 26h de conexión.

35 Con el fin de sostener la porción 21a de electrodo y la porción 21b de electrodo auxiliar del electrodo 21 de movimiento en contacto con la pieza w de trabajo en forma de placa incluso cuando el mecanismo 26 de suspensión y la parte 21c de avance para el electrodo 21 de movimiento se mueven en la dirección izquierda y derecha mediante el mecanismo 25 de movimiento, se disponen rodillos 27a, 27b tanto en la porción 21a de electrodo como en la porción 21b de electrodo auxiliar del electrodo 21 de movimiento para extenderse a través de la pieza w de trabajo en una dirección de anchura de la pieza w de trabajo. Los rodillos 27a, 27b pueden hacerse girar libremente mediante un par de cojinetes 28a, 28b. Incluso cuando la porción 21a de electrodo y la porción 21b de electrodo auxiliar se mueven en la dirección izquierda y derecha mediante el mecanismo 25 de movimiento, es posible mantener un estado en el que se aplica la corriente eléctrica a la pieza w de trabajo por medio de un par de cojinetes 28a, 28b y el rodillo 27a.

40 El electrodo 22 fijo se proporciona en el otro lado del aparato 20 de calentamiento de resistencia directa. Tal como se muestra en la figura 3, un mecanismo 29 de tracción para el electrodo 22 fijo se dispone en una plataforma 29a. La parte 22c de avance para el electrodo fijo se dispone en el mecanismo 29 de tracción para el electrodo fijo por medio de una placa 29b de aislamiento. El cableado 2b acoplado eléctricamente a la unidad 1 de alimentación de energía se fija a un extremo de la parte 22c de avance. La porción 22a de electrodo del electrodo 22 fijo se fija al otro extremo de la parte 22c de avance. Un mecanismo 31 de suspensión en el que la porción 22b de electrodo auxiliar del electrodo 22 fijo se dispone de manera que puede moverse en una dirección vertical se dispone para cubrir la porción 22a de electrodo.

5 El mecanismo 29 de tracción para el electrodo fijo incluye unos medios 29c de movimiento conectados a una superficie inferior de la placa 29b de aislamiento para mover la plataforma 29a en la dirección izquierda y derecha, elementos 29d, 29e deslizantes para deslizar directamente la placa 26b de aislamiento en la dirección izquierda y derecha y un carril 29f de guía para guiar los elementos 29d, 29e deslizantes. La posición del mecanismo 29 de tracción se ajusta deslizando la porción 22b de electrodo auxiliar, la porción 22a de electrodo y la parte 22c de avance en la dirección izquierda y derecha mediante los medios 29c de movimiento. Al proporcionar el mecanismo 29 de tracción en el aparato 20 de calentamiento de resistencia directa de esta manera, es posible aplanar la pieza w de trabajo incluso cuando la pieza w de trabajo se expande debido al calentamiento de resistencia directa.

10 El mecanismo 31 de suspensión incluye un par de paredes 31b, 31c que están separadas entre sí en una dirección de anchura y erigidas en el otro extremo de una plataforma 31a, una porción 31d de puente que conecta a modo de puente entre los extremos superiores de las paredes 31b, 31c, un vástago 31e cilíndrico montado en un eje de la porción 31d de puente, una porción 31f de sujeción montada en un extremo de avance del vástago 31e cilíndrico, y una placa 31g de sostén que sostiene la porción 22b de electrodo auxiliar de una manera aislante. La placa 31g de sostén se sujeta mediante la porción 31f de sujeción por medio de un eje 31h de conexión. El extremo de avance del vástago 31e cilíndrico se fija a un extremo superior de la porción 31f de sujeción. De manera similar al mecanismo 26 de suspensión, la placa 31g de sostén se soporta de manera que puede oscilar mediante porciones de soporte que se proporcionan respectivamente en la superficie opuesta de las paredes 31b, 31c. A medida que el vástago 31e cilíndrico se mueve en una dirección vertical, la porción 31f de sujeción, el eje 31h de conexión, la placa 31g de sostén y la porción 22b de electrodo auxiliar se mueven en una dirección vertical. La porción 22a de electrodo y la porción 20 22b de electrodo auxiliar del electrodo 22 fijo se extienden a través de la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo. Por tanto, toda la superficie superior de la porción 22a de electrodo y toda la superficie inferior de la porción 22b de electrodo auxiliar puede prensarse contra la pieza w de trabajo oscilándose mediante el eje 31h de conexión.

25 Aunque no se muestra en las figuras 3 a 6, la pieza w de trabajo se soporta horizontalmente mediante medios de soporte horizontales. La pieza w de trabajo se sostiene de manera segura entre la porción 22a de electrodo y la porción 22b de electrodo auxiliar del electrodo 22 fijo. La pieza w de trabajo también se sostiene entre la porción 21a de electrodo y la porción de electrodo auxiliar 21a del electrodo 21 de movimiento. La porción 21a de electrodo y el electrodo 21b auxiliar se mueven mediante el mecanismo 25 de movimiento. El electrodo 21 de movimiento se mueve mediante el mecanismo 25 de movimiento mientras que se controla una velocidad de movimiento del mismo mediante la unidad 15a de ajuste de velocidad. Por consiguiente, al ajustar la velocidad de movimiento de la porción 21a de electrodo y la porción 21b de electrodo auxiliar del electrodo 21 de movimiento mediante la unidad 15a de ajuste de velocidad según la forma de la pieza w de trabajo, la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo puede calentarse de manera que, por ejemplo, la distribución de temperatura en la región objetivo de calentamiento se cambie de manera suave desde una región de alta temperatura hasta una región de baja temperatura.

35 De este modo, en el aparato 20 de calentamiento de resistencia directa, la porción 21a de electrodo y la porción 21b de electrodo auxiliar se colocan para intercalar la pieza w de trabajo desde las partes superior e inferior. La porción 21a de electrodo tiene una estructura sólida y se extiende a través de la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo. La porción 21a de electrodo se proporciona para tender un puente entre un par de partes 21c de avance (barras colectoras) dispuestas a lo largo de una dirección de movimiento de electrodo. La porción 21a de electrodo, la porción 21b de electrodo auxiliar y un par de partes 21c de avance están unidas a medios que se mueve a lo largo de la dirección de movimiento de electrodo mediante el mecanismo 25 de movimiento. Al menos una de la porción 21a de electrodo y la porción 21b de electrodo auxiliar se mueve verticalmente mediante el vástago 26e cilíndrico como unos medios de prensado y, por tanto, recorre la pieza w de trabajo al tiempo que intercala la pieza w de trabajo mediante la porción 21a de electrodo y la porción 21b de electrodo auxiliar. De este modo, la porción de electrodo se mueve aplicándose la corriente eléctrica desde la porción 21b de electrodo hasta la pieza w de trabajo por medio de la barra 21c colectora.

50 Además de la realización mostrada en la figura 3 a la figura 6, puede emplearse la siguiente configuración. Es decir, en un estado en el que al menos una de la porción 21a de electrodo y la porción 21b de electrodo auxiliar se mueve verticalmente mediante el vástago 26e cilíndrico como unos medios de prensado y, por tanto, la pieza w de trabajo se sostiene entre la porción 21a de electrodo y la porción 21b de electrodo auxiliar, la porción 21a de electrodo recorre un par de barras colectoras de modo que se mueve aplicándose la corriente eléctrica desde la porción 21b de electrodo hasta la pieza w de trabajo por medio de las barras colectoras 21c.

A continuación, un método de calentamiento de resistencia directa según una segunda realización inventiva de la presente invención se describirá con referencia a las figuras 7A a 7E.

55 Tal como se muestra en las figuras 7A a 7D, un aparato 40 de calentamiento de resistencia directa para llevar a cabo el método de calentamiento de resistencia directa según la segunda realización incluye un par de electrodos 43 y mecanismos 44, 45 de movimiento. El par de electrodos 43 se acopla eléctricamente a la unidad 1 de alimentación de energía e incluye un primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42. Los mecanismos 44, 45 de movimiento están configurados para mover el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42.

5 A diferencia de la primera realización, en la segunda realización, los mecanismos 44, 45 de movimiento se proporcionan para mover el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 43, que se disponen para no estar en contacto entre sí, en direcciones opuestas, en un estado en el que el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42 están en contacto con la pieza w de trabajo y en el que se aplica corriente eléctrica a la pieza w de trabajo desde la unidad 1 de alimentación de energía por medio del par de electrodos 43. Al hacerlo, el espacio entre el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42 se ensancha. Tal como se muestra en la figura 7E, la pieza w de trabajo puede calentarse para tener una distribución de temperatura en la que la temperatura de calentamiento en un centro equidistante desde ambos extremos de la pieza w de trabajo es alta y la temperatura de calentamiento en ambos extremos es baja. Aunque la velocidad de movimiento del primer electrodo 41 es igual a la del segundo electrodo 42 en la figura 7E, el primer electrodo y el segundo electrodo pueden moverse respectivamente a una velocidad independiente, dependiendo de la distribución de temperatura que vaya a establecerse.

10 El aparato según la segunda realización puede configurarse de manera que el electrodo de movimiento dispuesto en la izquierda en la primera realización mostrada en la figura 3 a la figura 6 se dispone también en la derecha.

15 A continuación, un método de calentamiento de resistencia directa según una tercera realización no inventiva de la presente invención se describirá con referencia a las figuras 8A a 8E.

20 Tal como se muestra en la figura 8A a 8D, un aparato 50 de calentamiento de resistencia directa para llevar a cabo el método de calentamiento de resistencia directa según la tercera realización incluye un par de electrodos 53 y un mecanismo 55 de movimiento. El par de electrodos 53 se acopla eléctricamente a la unidad 1 de alimentación de energía e incluye un primer electrodo 51 y el segundo electrodo 52. El mecanismo 55 de movimiento está configurado para mover tanto el primer electrodo 41 como el segundo electrodo 42 al mismo tiempo.

En la tercera realización, el mecanismo 55 de movimiento está configurado para mover el primer electrodo 51 y el segundo electrodo 53, que se disponen para no estar en contacto entre sí, en un estado en el que el primer electrodo 51 y el segundo electrodo 52 están en contacto con la pieza w de trabajo y en el que se aplica corriente eléctrica constante a la pieza w de trabajo desde la unidad 1 de alimentación de energía por medio del par de electrodos 53.

25 Tal como se muestra en las figuras 8A y 8B, el primer electrodo 51 se coloca en un extremo de la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo y el segundo electrodo 52 se coloca en la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo en una posición separada del primer electrodo 51 mediante una longitud predeterminada. Entonces, el primer electrodo 51 y el segundo electrodo 52 se mueven en una dirección en la pieza w de trabajo a la misma velocidad mediante un mecanismo 55b de accionamiento al tiempo que conserva un intervalo constante según una orden desde una unidad 55a de ajuste del mecanismo 55 de movimiento, aplicándose la corriente eléctrica al par de electrodos 53 desde la unidad 1 de alimentación de energía. Tal como se muestra en las figuras 8C y 8D, cuando el segundo electrodo 52 alcanza el otro extremo de la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo, el movimiento mediante el mecanismo 55b de accionamiento se detiene y el suministro de corriente desde la unidad 1 de alimentación de energía se detiene.

35 La unidad 55a de ajuste puede calentar la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo de modo que cada región de segmento tenga una distribución de temperatura mostrada en la figura 8E calculando la velocidad de movimiento del primer electrodo 51 y el segundo electrodo 52 basándose en las dimensiones que incluyen la forma de la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo y una distribución de temperatura deseada y controlando el mecanismo 55b de accionamiento. En este caso, dado que el primer electrodo 51 y el segundo electrodo 52 se mueven a la misma velocidad, la distancia entre el primer electrodo 51 y el segundo electrodo 52 se mantiene constante durante el suministro de energía.

45 Para una configuración de aparato específica de la tercera realización, el electrodo 22 fijo de la primera realización mostrada puede configurarse para tener una configuración similar a la del electrodo 21 de movimiento, las porciones de electrodo de la izquierda y electrodos de movimiento derechos pueden colocarse en una parte de avance independiente por medio de una plataforma, respectivamente, y cada parte de avance puede disponerse en el mismo mecanismo de movimiento por medio de una placa de aislamiento. Alternativamente, al igual que en la segunda realización, el primer electrodo y el segundo electrodo pueden controlarse mediante un mecanismo de movimiento independiente, respectivamente.

50 A continuación, un método de calentamiento de resistencia directa según una cuarta realización inventiva de la presente invención se describirá con referencia a las figuras 9A a 9G.

55 Un aparato 40 de calentamiento de resistencia directa mostrado en las figuras 9A a 9F tiene una configuración similar a la del aparato 40 de calentamiento de resistencia directa mostrado en la figura 7A a 7D. La diferencia es que un lado de la pieza w de trabajo es una región w_1 que va a calentarse a una temperatura de trabajo en caliente, es decir, una temperatura de temple, y el otro lado de la pieza w de trabajo es una región w_2 que va a calentarse a una temperatura de trabajo en templado inferior a la temperatura de temple. Toda la región de la pieza w de trabajo tiene las regiones w_1 , w_2 que se calientan a diferentes temperaturas, respectivamente. La pieza w de trabajo puede incluir regiones distintas a la región w_1 y la región w_2 . La pieza w de trabajo es una preforma a medida que se obtiene mediante la unión de dos regiones w_1 , w_2 hechas de diferentes materiales mediante soldadura en una porción 3 de cordón de

- soldadura. La preforma a medida se obtiene mediante la unión de las placas de acero que tienen diferentes grosor o resistencia mecánica mediante soldadura o similar, y es un estado antes de procesarse en la prensa o similar. En este caso, ambos electrodos 41, 42 de movimiento se mueven respectivamente mediante el mecanismo 44, 45 de movimiento. La región w_1 en la izquierda se calienta a la temperatura de trabajo en caliente mientras que la región w_2 en la derecha se calienta a la temperatura de trabajo en templado, de modo que estas regiones pueden prensarse fácilmente en un procedimiento posterior.
- En primer lugar, el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42 se colocan en una porción intermedia de la región objetivo de calentamiento. En el ejemplo de las figuras 9A y 9B, los electrodos se colocan en la región w_1 de manera separada. El segundo electrodo 42 se coloca en la región w_1 de modo que no toque la porción 3 de cordón de soldadura.
- Después, en un estado en el que el segundo electrodo 42 está fijo sin moverse con una corriente eléctrica constante que se aplica entre el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42, el mecanismo 44 de movimiento mueve el primer electrodo 41 alejándose del segundo electrodo 42 y, por tanto, el espacio entre el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42 se ensancha.
- Entonces, tal como se muestra en las figuras 9C y 9D, el mecanismo 45 de movimiento mueve el segundo electrodo 42 en una dirección opuesta a la dirección de movimiento del primer electrodo 41 antes de que el primer electrodo 41 alcance un extremo (un extremo izquierdo en el ejemplo ilustrado) de la región objetivo de calentamiento. El primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42 pueden alcanzar extremos respectivos de la región objetivo de calentamiento al mismo tiempo. De este modo, la región w_2 se calienta hasta el punto de que la carga no se aplica a la pieza w de trabajo en un proceso de prensado posterior. Al hacerlo, tal como se muestra en las figuras 9E y 9F, el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42 se mueven mediante el mecanismo 44 de movimiento y el mecanismo 45 de movimiento, respectivamente, y alcanzan extremos respectivos de la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo, de modo que el espacio entre los electrodos se ensancha.
- Mediante el procedimiento anterior, por ejemplo, tal como se muestra en la figura 9G, la temperatura de calentamiento en el lado izquierdo de la porción 3 de cordón de soldadura es T_1 y la temperatura de calentamiento en el lado derecho de la porción 3 de cordón de soldadura es T_2 ($< T_1$). Por consiguiente, la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo se calienta de manera que la región objetivo de calentamiento se divide en una región de alta temperatura y una región de baja temperatura. Entonces, la pieza w de trabajo calentada de este modo se forma en una forma predeterminada por medio de prensado.
- En el presente documento, en un caso en el que el primer electrodo 41 se mueve para calentar uniformemente la región w_1 de modo que un estado mostrado en las figuras 9A y 9B se cambia a un estado mostrado en las figuras 9C y 9D, la velocidad de movimiento del primer electrodo 41 se establece de la siguiente manera. La razón de zona de sección transversal A_n/A_0 de cada región de segmento se calcula a partir de la forma y las dimensiones de la región w_1 . El tiempo de aplicación de corriente t_n para cada región de segmento se calcula de modo que la razón de elevación de temperatura n es igual a "1" en la fórmula (8) descrita anteriormente y el tiempo de aplicación de corriente es proporcional al cuadrado de la razón de zona en sección transversal de cada región de segmento. La velocidad de movimiento del primer electrodo 41 se establece dependiendo del tiempo de aplicación de corriente para cada región de segmento. El mecanismo 44 de movimiento mueve el primer electrodo 41 a la velocidad establecida. De este modo, la región se calienta uniformemente a la temperatura T_1 tal como se indica por la línea continua en la figura 9G.
- Además, en un caso en el que la elevación de distribución de temperatura se establece en la región w_1 de la pieza w de trabajo, la velocidad de movimiento del primer electrodo 41 se establece de la siguiente manera. La razón de zona de sección transversal A_n/A_0 de cada región de segmento se calcula a partir de la forma y las dimensiones de la región w_1 . El tiempo de aplicación de corriente t_n para cada región de segmento se calcula de modo que la razón de elevación de temperatura de cada región de segmento que va a establecerse usando la fórmula (8) descrita anteriormente es igual a "n" y el tiempo de aplicación de corriente es proporcional al cuadrado de la razón de zona de sección transversal de cada región de segmento. La velocidad de movimiento del primer electrodo 41 se establece dependiendo del tiempo de aplicación de corriente para cada región de segmento. El mecanismo 44 de movimiento mueve el primer electrodo 41 a la velocidad establecida. De este modo, la región se calienta para tener la distribución de temperatura tal como se indica mediante la línea discontinua en la figura 9G, por ejemplo.
- En ambos casos, dado que la zona de sección transversal de la región w_2 de la pieza w de trabajo se aumenta a lo largo de la dirección de movimiento del segundo electrodo, la elevación de temperatura en la región de lado derecho que incluye la posición de la porción 3 de cordón de soldadura se disminuye cuando pasa a estar más alejada de la porción 3 de cordón de soldadura, tal como se muestra en la figura 9G. Esencialmente, dado que la región w_2 no es una región que va a templarse y, por tanto, un intervalo de temperatura de un trabajo en templado es suficiente para la región w_2 , es menos necesario calentar la región w_2 uniformemente.
- Al hacerlo, la región w_1 se calienta a la temperatura de trabajo en caliente mediante calentamiento de resistencia directa y la región w_2 se calienta a la temperatura de trabajo en templado por calentamiento de resistencia directa. De este modo, cada una de la región w_1 y la región w_2 puede calentarse a diferentes temperaturas usando el par de

electrodos 43 y moviendo individualmente el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42 en las direcciones opuestas en la pieza w de trabajo que está fijada.

5 En la cuarta realización, desde las figuras 9A y 9B hasta las figuras 9C y 9D, el primer electrodo 41 puede moverse al extremo izquierdo sin mover el segundo electrodo 42. De este modo, también es posible calentar solamente la región w₁.

A continuación, un método de calentamiento de resistencia directa según una quinta realización inventiva de la presente invención se describirá con referencia a las figuras 10A a 10G.

10 Un aparato 40 de calentamiento de resistencia directa mostrado en las figuras 10A a 10F tiene una configuración similar a la del aparato 40 de calentamiento de resistencia directa mostrado en la figura 8A a 8D. Además, al igual que en la cuarta realización mostrada en la figura 9A a 9G, un lado de la pieza w de trabajo es una región w₁ que va a calentarse a una temperatura de trabajo en caliente, es decir, una temperatura de temple, y el otro lado de la pieza w de trabajo es una región w₂ que va a calentarse a una temperatura de trabajo en templado inferior a la temperatura de temple. La quinta realización es diferente de la cuarta realización en que, antes del inicio del calentamiento de resistencia directa, el primer electrodo 41 se dispone en la región w₁ y el segundo electrodo 42 se dispone en la región w₂. En la cuarta realización, antes del inicio de calentamiento de resistencia directa, tanto el primer electrodo 41 como el segundo electrodo 42 se disponen en la región w₁ y la porción 3 de cordón de soldadura no se calienta a una alta temperatura, sino que se calienta a una baja temperatura. En cambio, en la quinta realización, el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42 se disponen en ambos lados de la porción 3 de cordón de soldadura antes del calentamiento de resistencia directa, el primer electrodo 41 se mueve al lado izquierdo y el otro extremo 41 se mueve a un extremo de la región w₂ antes de que el primer electrodo 41 alcance un extremo de la región w₁. El primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42 pueden alcanzar extremos respectivos de la región objetivo de calentamiento al mismo tiempo. Al hacerlo, la porción 3 de cordón de soldadura se calienta a una alta temperatura. También en la quinta realización, la unidad 1 de alimentación de energía suministra una corriente constante entre el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42.

25 En el presente documento, también en la quinta realización, al ajustar la velocidad de movimiento del primer electrodo 41, la región w₁ puede calentarse uniformemente a la temperatura T₁ tal como se indica por la línea continua en la figura 10G o la región w₂ puede calentarse para tener un gradiente de temperatura hacia arriba a la izquierda tal como se indica por la línea discontinua en la figura 10G. El ajuste de la velocidad de movimiento del primer electrodo 41 es el mismo que en la cuarta realización y, por tanto, se omite una descripción del mismo. Además, en la quinta realización, desde las figuras 10A y 10B hasta las figuras 10C y 10D, el primer electrodo 41 puede moverse hasta el extremo izquierdo sin mover el segundo electrodo 42. De este modo, también es posible calentar solamente la región w₁.

30 Como en la cuarta realización y la quinta realización, cuando la pieza w de trabajo es una preforma que tiene una porción 3 de cordón de soldadura en la que una pluralidad de placas hechas de diferentes materiales y/o que tienen diferentes grosores se unen, es posible controlar si la porción 3 de cordón de soldadura y su entorno se calientan a una alta temperatura o una baja temperatura, según una relación de posición de entre el primer electrodo 41, el segundo electrodo 42 y la porción 3 de cordón de soldadura.

35 Como en la cuarta realización, el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42 se colocan en una placa de acero de manera que se proporciona un espacio entre el primer electrodo 41 y el segundo electrodo 42, y el electrodo que está más alejado de la porción 3 de cordón de soldadura, es decir, el primer electrodo 41 se mueve para ensanchar el espacio entre el primer electrodo y el segundo electrodo 42. Entonces, ambos electrodos 41, 42 se mueven en las direcciones opuestas antes de que el primer electrodo 41 alcance el extremo de la una placa de acero de manera que el segundo electrodo 42 se mueve a través de la porción 3 de cordón de soldadura y alcance el extremo de la otra placa de acero. En este caso, la porción 2 de cordón de soldadura se calienta solamente a una baja temperatura. Además, una región que no se calienta a una alta temperatura permanece entre una placa de acero en el lado de la región w₁ que se calienta a una alta temperatura y un punto de contacto con el segundo electrodo 42. La región que no se calienta a una alta temperatura corresponde a la porción en el entorno de la porción 3 de cordón de soldadura descrita anteriormente.

40 Mientras tanto, como en la quinta realización, el primer electrodo 41 se coloca en una placa de acero, el segundo electrodo 42 se coloca en la otra placa de acero y la porción 3 de cordón de soldadura se proporciona entre ambos electrodos 41, 42. Entonces, ambos electrodos 41, 42 se mueven en las direcciones opuestas de modo que el primer electrodo 41 ubicado en una placa de acero en el lado de la región w₁ que se calienta a una alta temperatura está alejado del segundo electrodo 42 y el segundo electrodo 42 alcanza un extremo de la otra placa de acero antes de que el primer electrodo 41 alcance un extremo de la una placa de acero. En este caso, la porción 3 de cordón de soldadura se calienta a una alta temperatura. Además, una región que se calienta a una alta temperatura existe entre la otra placa de acero en el lado de la región w₂ que se calienta a una baja temperatura y un punto de contacto con el segundo electrodo 42.

A continuación, un método de calentamiento de resistencia directa según una sexta realización no inventiva de la presente invención se describirá con referencia a las figuras 11A a 11I.

Al igual que la cuarta realización y la quinta realización, en la sexta realización, la preforma a medida se considera como la pieza w de trabajo, un lado de la pieza w de trabajo es una región w_1 que va a calentarse a una temperatura de trabajo en caliente, es decir, a temperatura de temple, y el otro lado de la pieza w de trabajo es una región w_2 que va a calentarse a una temperatura de trabajo en templado inferior a la temperatura de temple.

5 La sexta realización es diferente de la cuarta realización y la quinta realización en que hay una diferencia entre el grosor de una placa de acero en el lado de región w_1 y el grosor de la otra placa de acero en el lado de región w_2 . Aunque la placa de acero en el lado de región w_2 es más gruesa que la placa de acero en el lado de región w_1 en el ejemplo ilustrado, en cambio, la placa de acero en el lado de región w_1 puede ser más gruesa que la placa de acero en el lado de región w_2 . La porción 3 de cordón de soldadura se inclina debido a una diferencia en el grosor de las
10 placas de acero y, en algunos casos, se provocan irregularidades por la soldadura. En este caso, la corriente eléctrica no se aplica directamente a la porción 3 de cordón de soldadura. Esto es porque se genera una chispa cuando el electrodo se desliza en la porción 3 de cordón de soldadura aplicándose la corriente eléctrica al electrodo desde la unidad 1 de alimentación de energía. En este caso, cada una de las regiones w_1 , w_2 en lados respectivos de la porción 3 de cordón de soldadura se calienta mediante calentamiento de resistencia directa, de modo que la porción 3 de
15 cordón de soldadura se calienta mediante transferencia de calor desde cada una de las regiones w_1 , w_2 .

Similar a la cuarta realización y la quinta realización, la región w_1 en la izquierda se calienta a la temperatura de trabajo en caliente al tiempo que la región w_2 en la derecha se calienta a la temperatura de trabajo en templado, de modo que estas regiones pueden prensarse fácilmente en un procedimiento posterior. La sexta realización emplea el aparato 10 de calentamiento de resistencia directa que incluye un primer electrodo como un electrodo fijo y el segundo electrodo como un electrodo de movimiento, tal como se muestra en la figura 1.

Las etapas del método de calentamiento de resistencia directa según la sexta realización se describen.

En primer lugar, tal como se muestra en las figuras 11A y 11B, el otro electrodo 12 fijo se coloca en el extremo derecho de la región w_1 para no interferir con la porción 3 de cordón de soldadura. El primer electrodo 11 de movimiento se coloca en la región w_1 en un estado de estar separado del segundo electrodo 12. El motivo es que la región w_1 de la
25 pieza w de trabajo tiene una zona en sección más grande en el lado derecho, tal como se muestra en la figura 11A.

Después, en un estado en el que el segundo electrodo 12 es fijo con una corriente eléctrica constante i_1 que se aplica entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12, el mecanismo 15 de movimiento mueve el primer electrodo 11 alejándose del segundo electrodo 12 y, por tanto, el espacio entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 se
30 ensancha. Tal como se muestra en las figuras 11C y 11D, la corriente deja de aplicarse cuando el primer electrodo 11 alcanza el otro extremo de la región w_1 .

Entonces, tal como se muestra en las figuras 11E y 11F, la pieza w de trabajo se desvía a la dirección izquierda y el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 se colocan en una posición predeterminada de la región w_2 . Es decir, el otro electrodo 12 fijo se coloca en el extremo derecho de la región w_2 y el primer electrodo 11 de movimiento se
35 coloca en la región w_2 en un estado de estar separado del segundo electrodo 12. El motivo es que la región w_2 de la pieza w de trabajo tiene una zona en sección más grande en el lado derecho, tal como se muestra en la figura 11E.

Después, en un estado en el que el segundo electrodo 12 es fijo con una corriente eléctrica constante i_2 ($< i_1$) que se aplica entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12, el mecanismo 15 de movimiento mueve el primer electrodo 11 alejándose del segundo electrodo 12 y, por tanto, el espacio entre el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 se
40 ensancha. Tal como se muestra en las figuras 11G y 11H, la corriente deja de aplicarse cuando el primer electrodo 11 alcanza el otro extremo de la región w_2 . En ese tiempo, el primer electrodo 11 no está en contacto con la porción 3 de cordón de soldadura.

Mediante el procedimiento anterior, por ejemplo, tal como se muestra en la figura 11I, la temperatura de calentamiento en el lado izquierdo de la porción 3 de cordón de soldadura es T_1 y la temperatura de calentamiento en la derecha posición de la porción 3 de cordón de soldadura es T_2 ($< T_1$). Por consiguiente, la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo se calienta de manera que la región objetivo de calentamiento se divide en una región de alta temperatura y una región de baja temperatura. En la sexta realización, la corriente eléctrica no se aplica directamente a la porción 3 de cordón de soldadura. Sin embargo, dado que la región w_1 y la región w_2 se calienta mediante calentamiento de resistencia directa, la porción 3 de cordón de soldadura se calienta mediante transferencia de calor desde ambos lados de la misma. Entonces, la pieza w de trabajo calentada de este modo se forma en una forma
50 predeterminada por medio de prensado.

Tal como se muestra en la figura 11I, la distribución de temperatura en cada una de las regiones w_1 , w_2 es sustancialmente uniforme para cada una de las regiones w_1 , w_2 . Esto es porque la velocidad de movimiento se calcula respectivamente a partir de las dimensiones de las regiones w_1 , w_2 , tal como se describió anteriormente, de manera que el primer electrodo 11 se mueve mediante la unidad 15a de ajuste para calentar uniformemente las regiones w_1 ,
55 w_2 .

Aunque anteriormente se han descrito varias realizaciones de la presente invención, algunos aspectos de la misma se describirán a continuación.

5 Cuando la resistencia por longitud de unidad a lo largo de una dirección de movimiento de electrodo en la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo aumenta de manera monótona, por ejemplo, en un caso en el que la anchura de la región objetivo de calentamiento se disminuye a lo largo del electrodo de movimiento dirección, la temperatura de la región objetivo de calentamiento puede aumentarse uniformemente para crear una distribución de elevación de temperatura en la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo controlando la velocidad del electrodo de movimiento según la disminución.

10 Cuando la pieza de trabajo es una preforma que tiene una porción de cordón de soldadura (una porción soldada) en la que una pluralidad de placas de acero hechas de diferentes materiales y/o que tienen diferentes grosores se unen, el electrodo de movimiento puede moverse sin moverse a través de la porción de cordón de soldadura. En este caso, es necesario realizar calentamiento de resistencia directa para cada material de acero. Sin embargo, dado que la anchura de la porción de cordón de soldadura es relativamente estrecha, puede suministrarse energía térmica a la porción de cordón de soldadura mediante transferencia de calor desde ambos lados de la misma cuando cada material de acero se calienta individualmente y, por tanto, no hay problema. Al hacerlo, es posible reducir la influencia de la densidad de corriente de la porción de cordón de soldadura que es diferente para cada ubicación.

15 Incluso cuando la pieza de trabajo es una preforma que tiene una porción de cordón de soldadura en la que una pluralidad de placas de acero hechas de diferentes materiales y/o que tienen diferentes grosores se unen, el electrodo de movimiento puede moverse a través de la porción de cordón de soldadura durante el suministro de corriente cuando la diferencia en grosor de las respectivas placas de acero es pequeña. En este caso, diferentes placas de acero pueden calentarse por calentamiento de resistencia directa en un solo procedimiento y, por tanto, es posible acortar el procedimiento de calentamiento de resistencia directa.

20 En la presente invención, dado que la cantidad de calor aplicado a la región dividida puede controlarse a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo cuando la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo se divide en tiras a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo, la pieza de trabajo puede calentarse en una distribución de temperatura predeterminada. Cuando se lleva a cabo un calentamiento de resistencia directa de modo que la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo tiene una distribución de temperatura predeterminada, por ejemplo, de modo que la región objetivo de calentamiento tenga una distribución de temperatura que tenga una zona en sección transversal sustancialmente constante y se desvía desde la alta temperatura hasta la baja temperatura en una dirección, la cantidad de electricidad de las regiones que se dividen en tiras hacia la dirección de movimiento puede variarse para cada región moviendo al menos un primer electrodo en la una dirección, de modo que puede alcanzarse una distribución de temperatura predeterminada.

25 Aunque se han descrito anteriormente realizaciones respectivas, la presente invención puede cambiarse y practicarse apropiadamente dependiendo de la forma y las dimensiones de la pieza w de trabajo. La pieza w de trabajo no está limitada a la forma mostrada y el grosor de la misma puede ser desigual, por ejemplo. Además, los lados longitudinales de la pieza w de trabajo que conectan los lados izquierdo y derecho del lado de pieza w de trabajo pueden curvarse en lugar de ser rectos o los lados longitudinales de la pieza w de trabajo pueden configurarse mediante la conexión de una pluralidad de líneas rectas o líneas curvas con diferentes curvaturas.

30 Además, en la descripción anterior, se han descrito un ejemplo en el que toda la pieza w de trabajo es la región objetivo de calentamiento, un ejemplo en el que una porción de la pieza w de trabajo es la región objetivo de calentamiento, y un ejemplo en el que la pieza w de trabajo se divide en una pluralidad de regiones objetivo de calentamiento. Además de estos ejemplos, la pieza w de trabajo puede dividirse en una pluralidad de regiones objetivo de calentamiento en una dirección que interseca la dirección de movimiento del electrodo de movimiento, es decir, uno del primer electrodo y el segundo electrodo que va a colocarse en la pieza w de trabajo con un espacio proporcionado entre el primer electrodo y el segundo electrodo. Dicho de otro modo, la pieza w de trabajo puede dividirse en una pluralidad de regiones objetivo de calentamiento en la dirección de anchura de la pieza w de trabajo, no en la dirección longitudinal, y el electrodo de movimiento puede proporcionarse para cada región objetivo de calentamiento. En este caso, las regiones objetivo de calentamiento pueden ser adyacentes entre sí en la dirección de anchura o pueden separarse entre sí en la dirección de anchura.

35 Tal como se describió anteriormente, dependiendo de la forma y el tamaño de la pieza w de trabajo y dependiendo de la región objetivo de calentamiento de la pieza w de trabajo, pueden proporcionarse uno o más electrodos de movimiento para calentar la pieza de trabajo mediante calentamiento de resistencia directa, y puede proporcionarse un electrodo fijo opcionalmente si es necesario.

Aplicabilidad industrial

Una o más realizaciones de la invención proporcionan un método de calentamiento de resistencia directa que hace menos necesario proporcionar una pluralidad de pares de electrodos para calentar una pieza de trabajo.

55 Esta aplicación se basa en la solicitud de patente japonesa n.º 2012-174464 presentada el 06 de agosto de 2012.

REIVINDICACIONES

1. Método de calentamiento de resistencia directa que comprende:
- 5 colocar un primer electrodo (41) y un segundo electrodo (42) de manera que se proporcione un espacio entre el primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42) y de manera que cada uno del primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42) se extiende a través de una región objetivo de calentamiento de una pieza (w) de trabajo;
- mover al menos uno del primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42) aplicándose una corriente eléctrica entre el primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42); y
- ajustar un tiempo durante el cual se aplica la corriente eléctrica para cada región de segmento de la región objetivo de calentamiento,
- 10 en el que las regiones de segmento se definen dividiendo la región objetivo de calentamiento y se disponen una al lado de la otra a lo largo de una dirección en la que el al menos uno del primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42) se mueve,
- caracterizado porque, siendo constante la corriente eléctrica aplicada entre el primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42), el primer electrodo (41) se mueve sin mover el segundo electrodo (42) para ensanchar el espacio entre el primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42), y antes de que el primer electrodo (41) alcance un extremo de la región objetivo de calentamiento, el segundo electrodo (42) se mueve en una dirección opuesta a la dirección en la que el primer electrodo (41) se mueve, calentando de ese modo la región objetivo de calentamiento de manera que la región objetivo de calentamiento se divide en una región de alta temperatura y una región de baja temperatura.
- 15 2. Método de calentamiento de resistencia directa según la reivindicación 1, en el que el al menos uno del primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42) se mueve en la dirección a lo largo de la cual una resistencia por longitud de unidad de la pieza de trabajo aumenta, y una velocidad de movimiento del al menos uno del primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42) se ajusta según el aumento de la resistencia, calentando de ese modo la región objetivo de calentamiento de la pieza (w) de trabajo para tener una distribución de temperatura dada.
- 20 3. Método de calentamiento de resistencia directa según la reivindicación 1, en el que la pieza de trabajo es una preforma que tiene una porción (3) soldada en la que una primera placa de acero y una segunda placa de acero se unen, siendo diferentes entre sí al menos uno de los materiales que forman la primera placa de acero y la segunda placa de acero y los grosores de la primera placa de acero y la segunda placa de acero,
- en el que el primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42) se colocan en la primera placa de acero de manera que el primer electrodo (41) está más alejado de la porción (3) soldada que el segundo electrodo (42), y
- 30 en el que el primer electrodo (41) se mueve para no moverse a través de la porción (3) soldada, aplicándose la corriente eléctrica entre el primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42).
4. Método de calentamiento de resistencia directa según la reivindicación 3, en el que, antes de que el primer electrodo (41) alcance un extremo de la primera placa de acero, el segundo electrodo (42) se mueve a través de la porción (3) soldada para alcanzar un extremo de la segunda placa de acero.
- 35 5. Método de calentamiento de resistencia directa según la reivindicación 1, en el que la pieza de trabajo es una preforma que tiene una porción (3) soldada en la que una primera placa de acero y una segunda placa de acero se unen, siendo diferentes entre sí al menos uno de los materiales que forman la primera placa de acero y la segunda placa de acero y los grosores de la primera placa de acero y la segunda placa de acero,
- en el que el primer electrodo (41) se coloca en la primera placa de acero y el segundo electrodo (42) se coloca en la segunda placa de acero de manera que la porción (3) soldada se dispone entre el primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42), y
- 40 en el que el primer electrodo (41) se mueve alejándose de la porción (3) soldada y el segundo electrodo (42), aplicándose la corriente eléctrica entre el primer electrodo (41) y el segundo electrodo (42).
- 45 6. Método de calentamiento de resistencia directa según la reivindicación 5, en el que, antes de que el primer electrodo (41) alcance un extremo de la primera placa de acero, el segundo electrodo (42) se mueve alejándose de la porción (3) soldada y el primer electrodo (41).

FIG. 1A

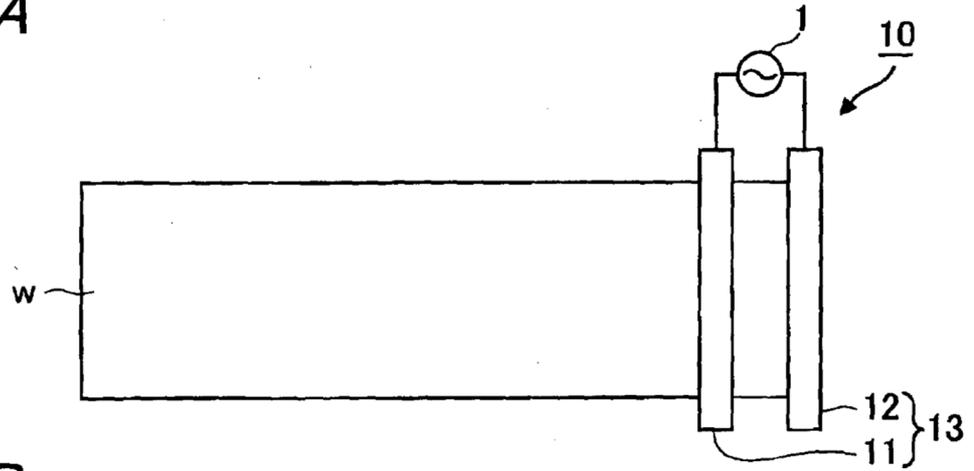


FIG. 1B

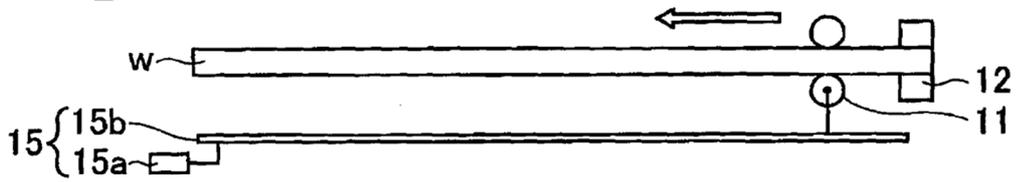


FIG. 1C

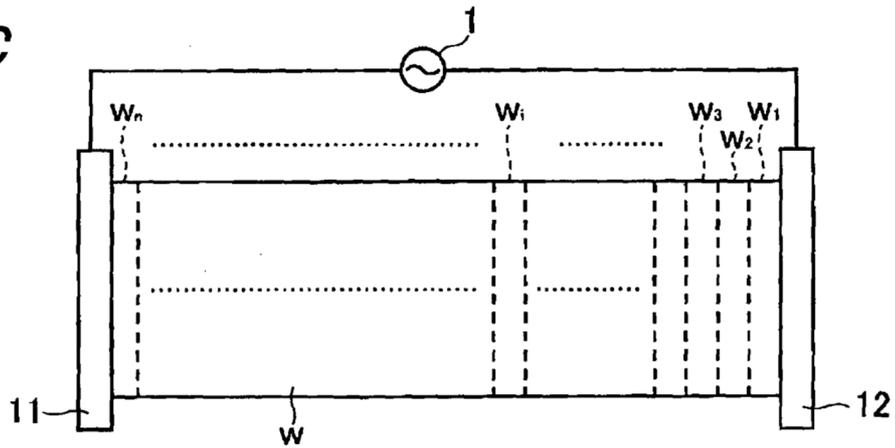


FIG. 1D

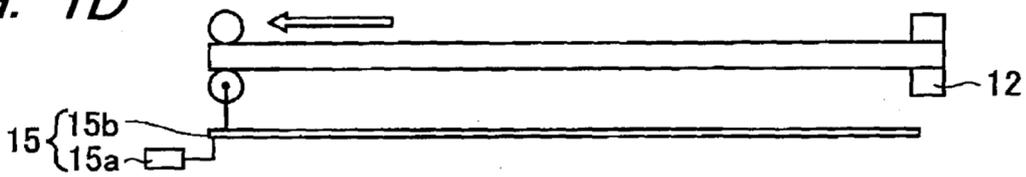


FIG. 1E

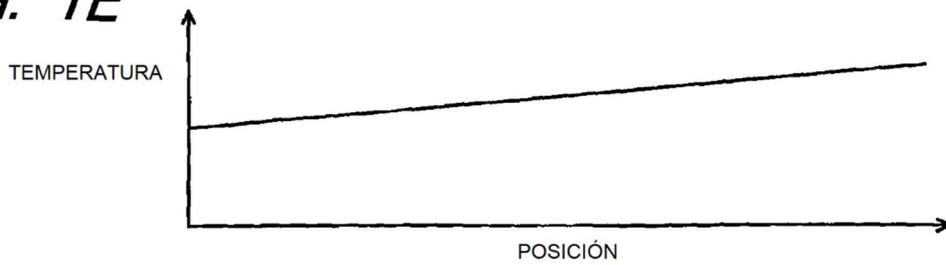


FIG. 2

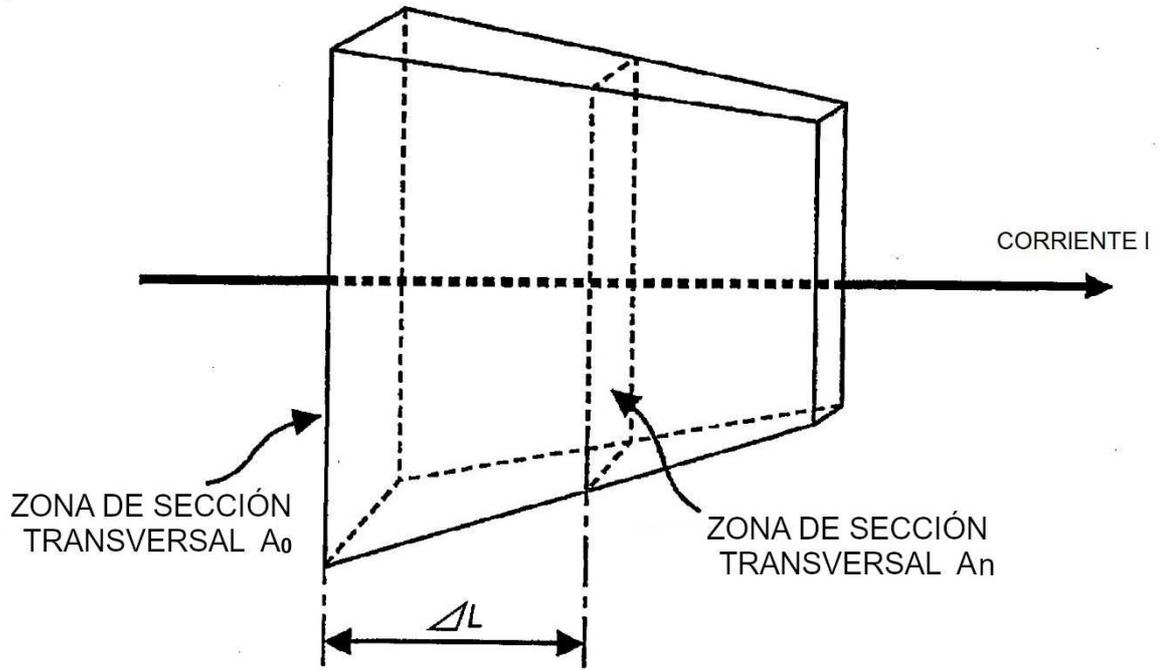


FIG. 4

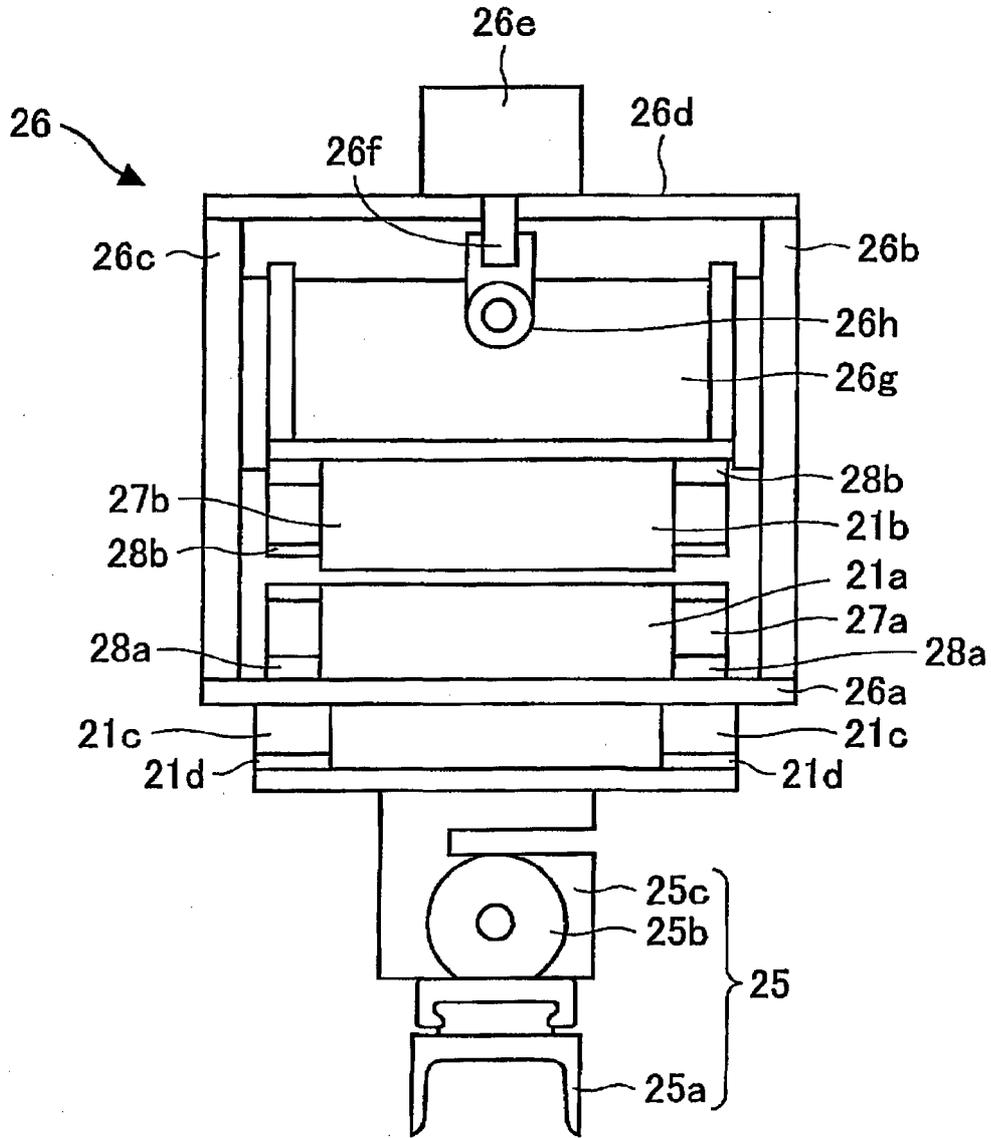


FIG. 5

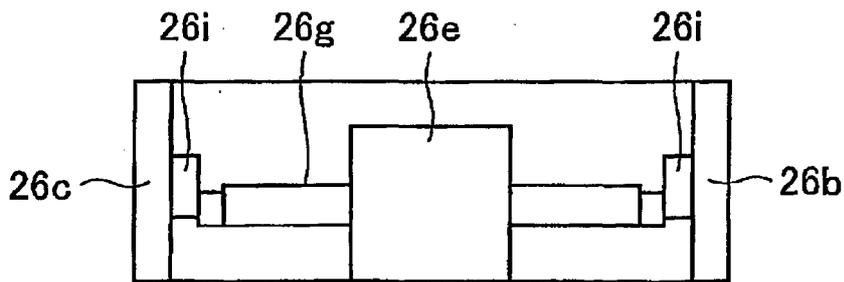


FIG. 6

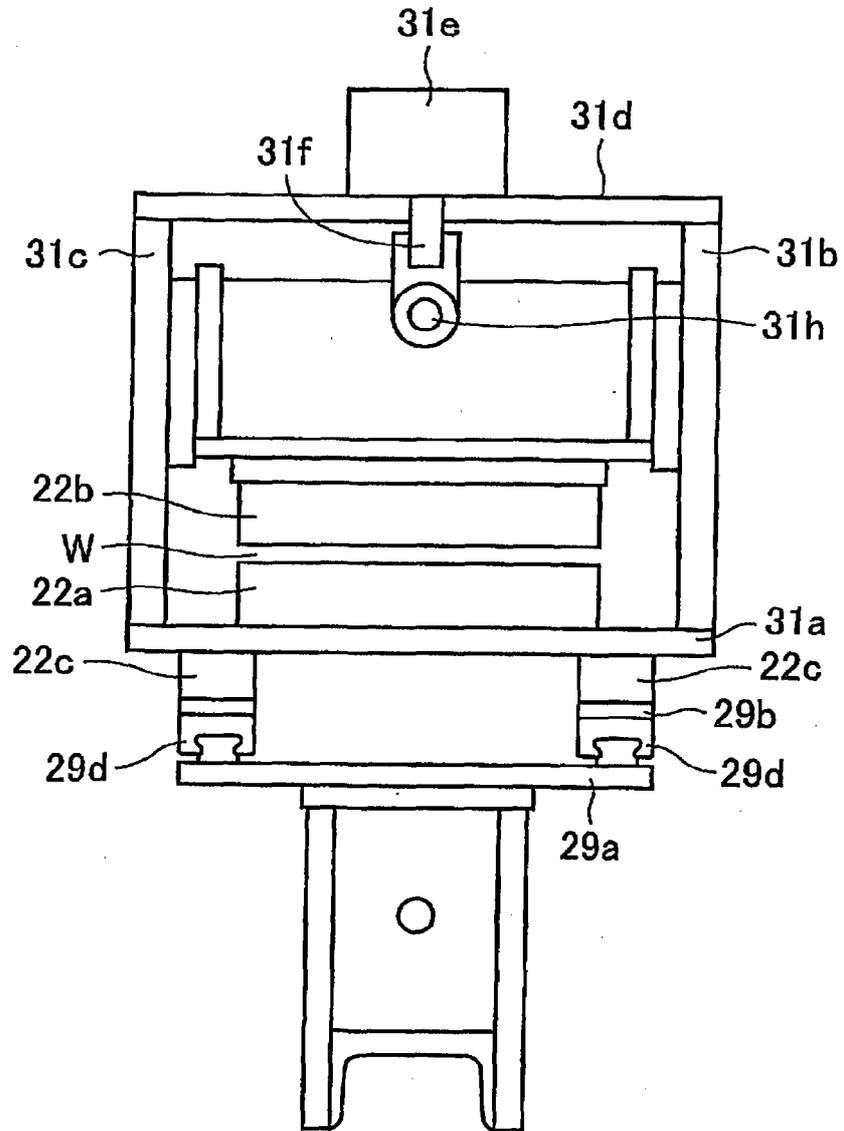


FIG. 7A

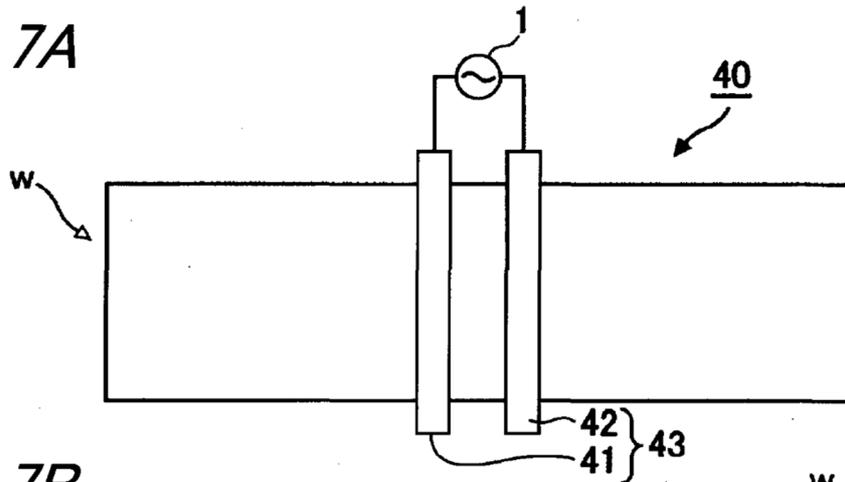


FIG. 7B

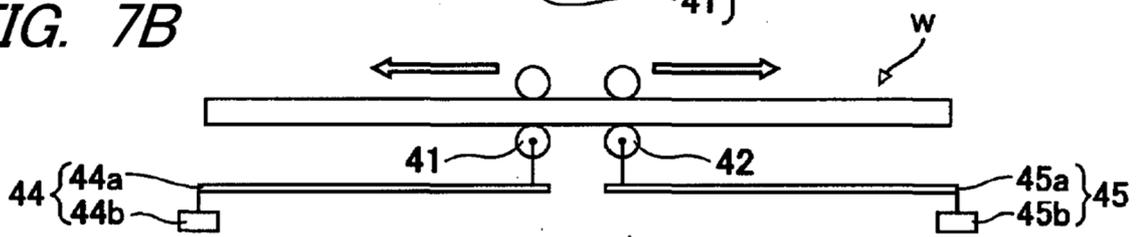


FIG. 7C

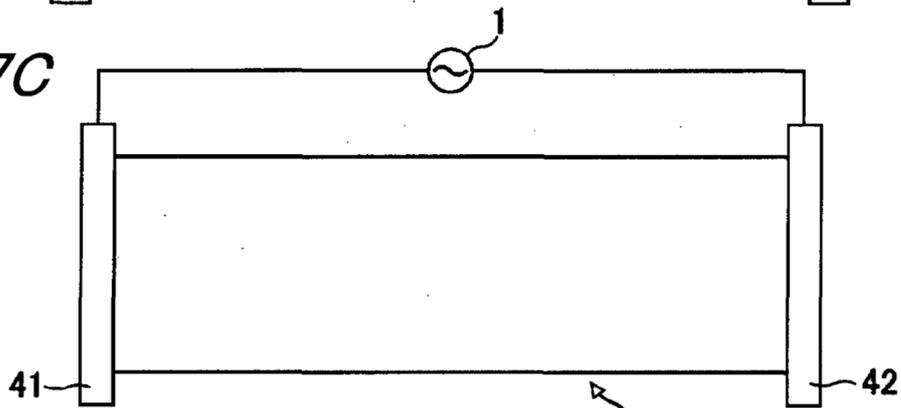


FIG. 7D

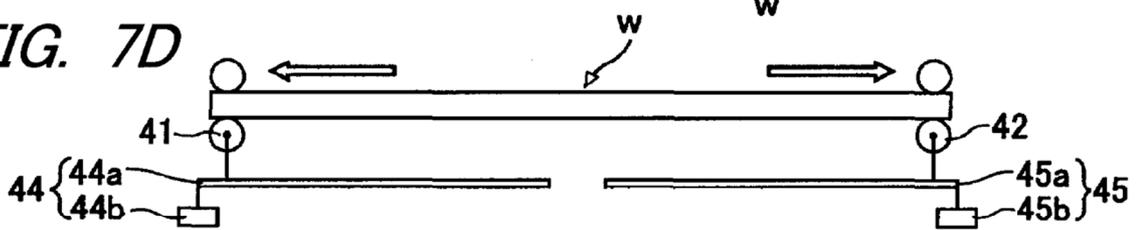


FIG. 7E

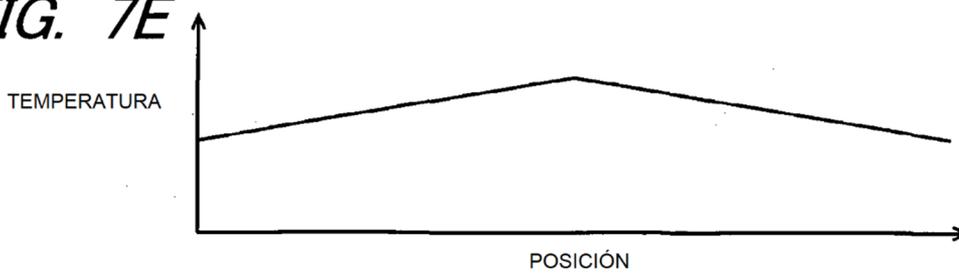


FIG. 8A

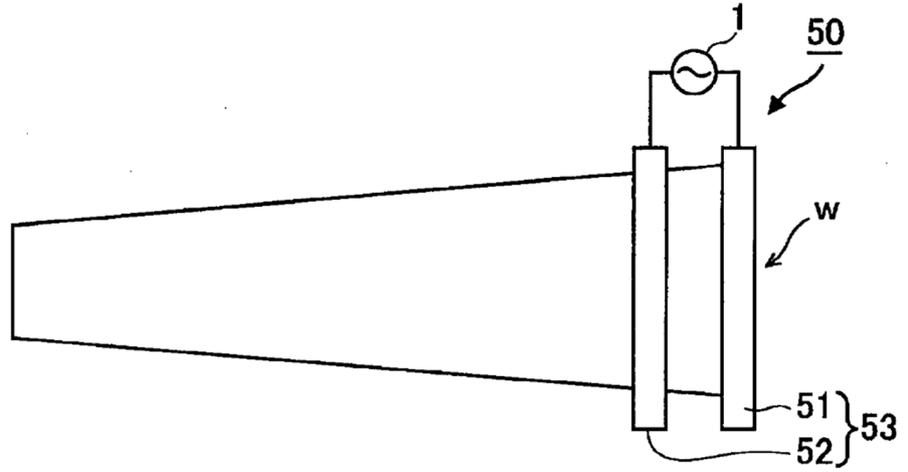


FIG. 8B

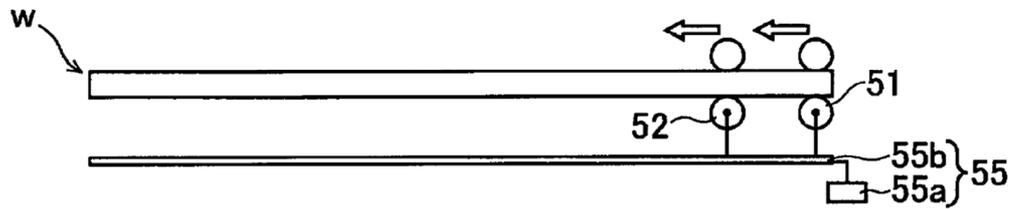


FIG. 8C

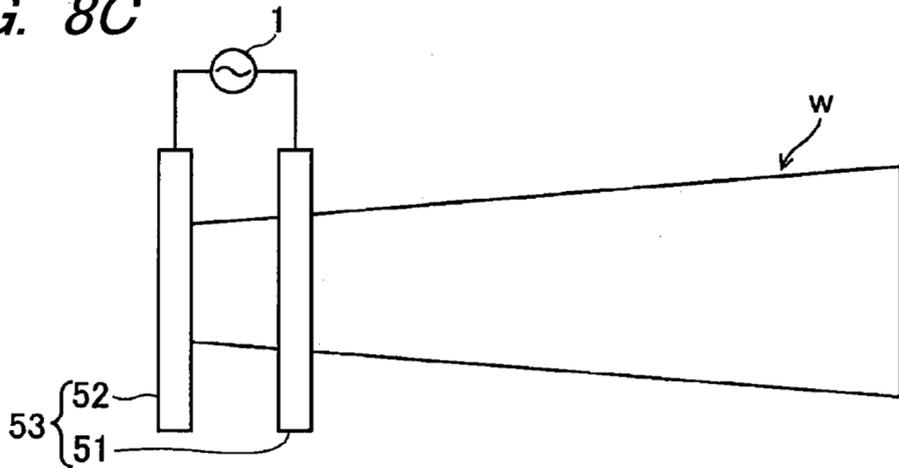


FIG. 8D

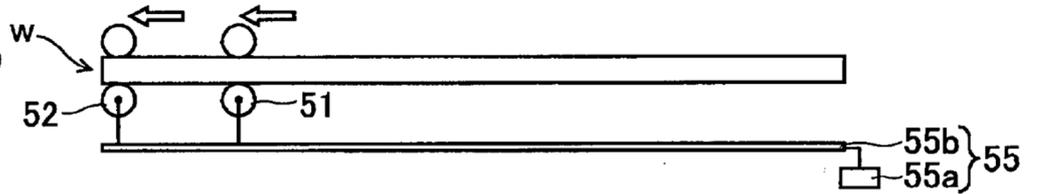
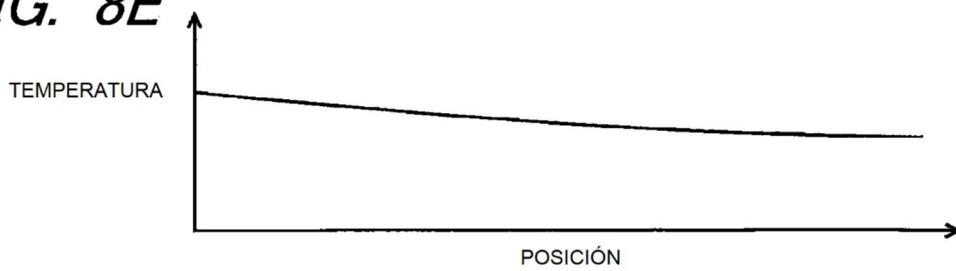


FIG. 8E



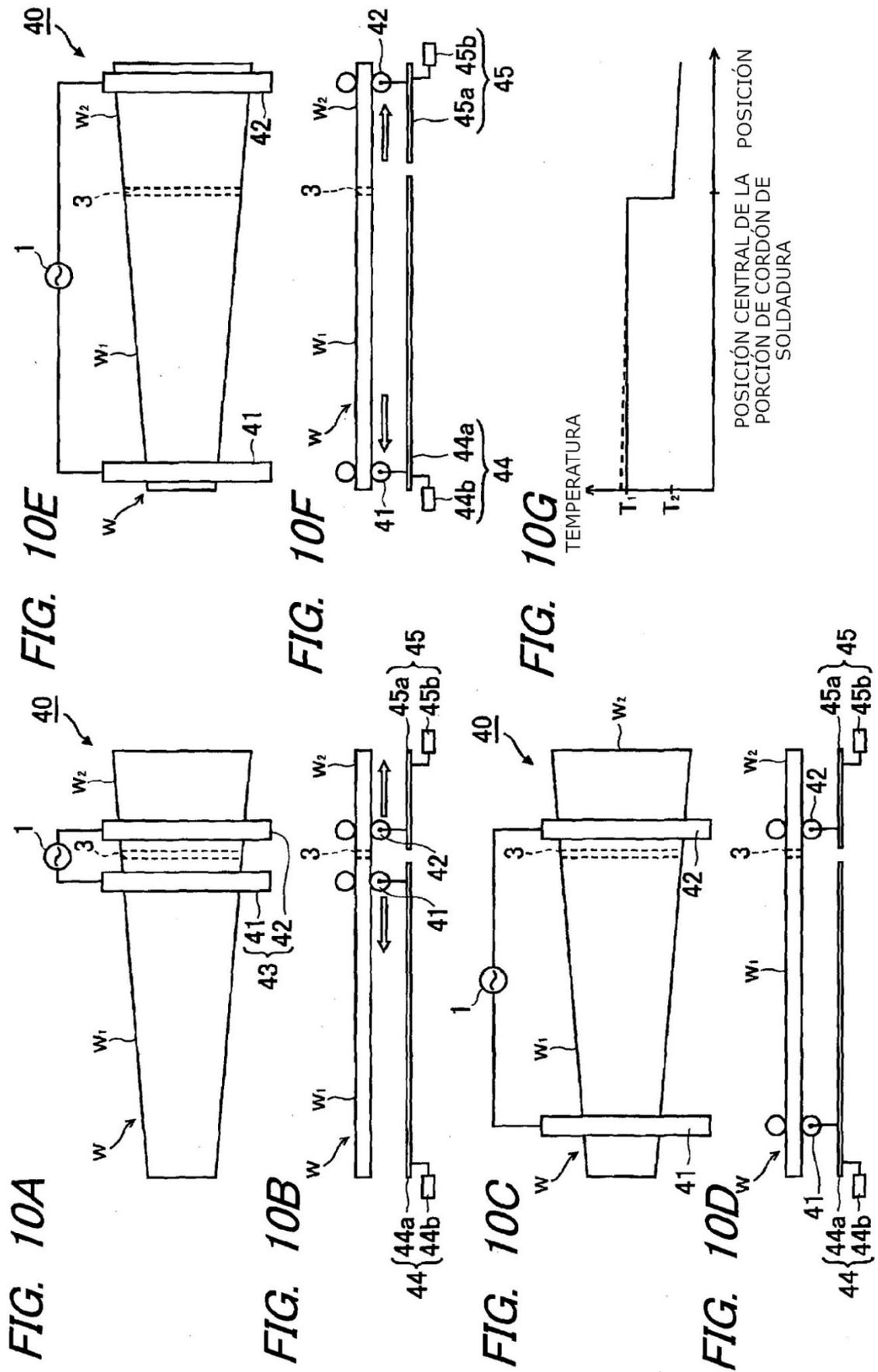


FIG. 11A

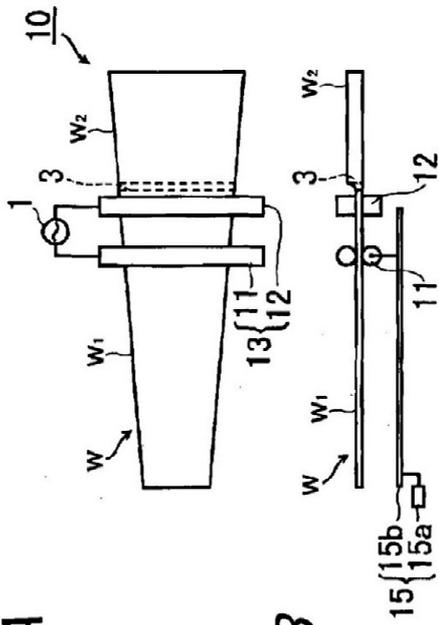


FIG. 11B

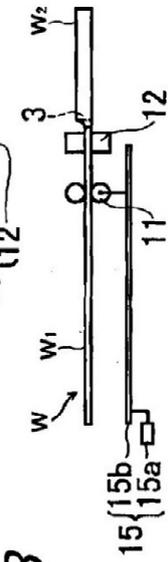


FIG. 11C

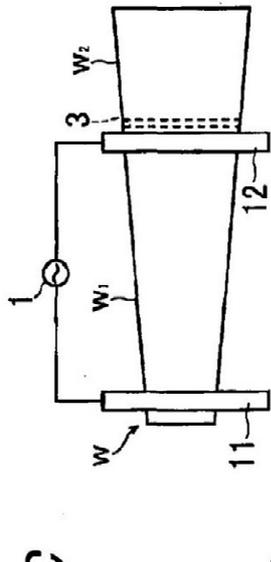


FIG. 11D

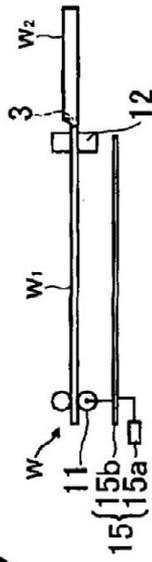


FIG. 11E

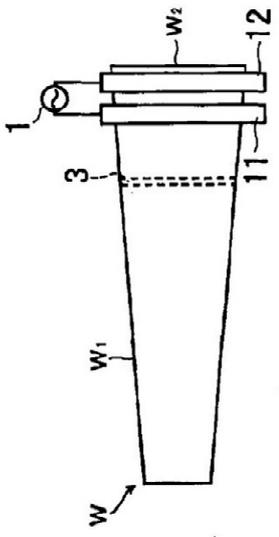


FIG. 11F

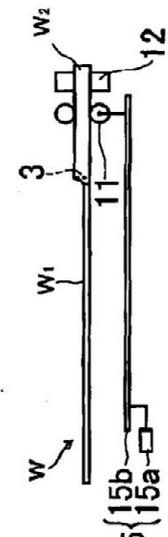


FIG. 11G

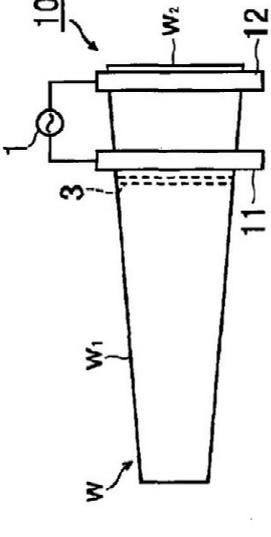


FIG. 11H

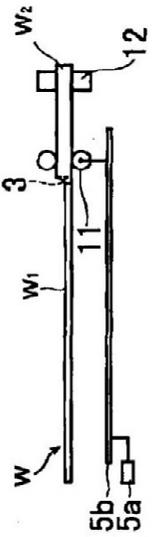


FIG. 11I

