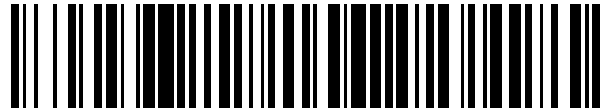


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 495**

51 Int. Cl.:

H05B 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.03.2016 PCT/JP2016/001141**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2016 WO16139944**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2016 E 16714026 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 3266277**

54 Título: **Método de calentamiento, aparato de calentamiento y método para la fabricación de artículos moldeados a presión**

30 Prioridad:

05.03.2015 JP 2015043557

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

13.05.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**OOYAMA, HIRONORI y
IKUTA, FUMIAKI**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 712 495 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, aparato de calentamiento y método para la fabricación de artículos moldeados a presión

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método de calentamiento y a un aparato de calentamiento para calentar una pieza de trabajo de placa mediante un calentamiento por resistencia directa, y a un método para fabricar un artículo moldeado a presión.

Antecedentes de la técnica

10 Los métodos para calentar piezas de trabajo de acero incluyen calentamiento indirecto y calentamiento directo. El calentamiento indirecto incluye, por ejemplo, un calentamiento de horno. El calentamiento directo incluye, por ejemplo, un calentamiento por inducción y un calentamiento por resistencia directa. En el calentamiento por inducción, la corriente de Foucault se aplica a una pieza de trabajo por inducción electromagnética para calentar la pieza de trabajo. En el calentamiento por resistencia directa, la corriente eléctrica se aplica directamente a una pieza de trabajo para calentar la pieza de trabajo.

15 De acuerdo con un primer método de calentamiento de la técnica relacionada, una pieza de trabajo de placa que tiene una región objetivo de calentamiento cuya anchura varía a lo largo de una dirección longitudinal de la pieza de trabajo se calienta mediante un calentamiento de resistencia directa. La región objetivo de calentamiento se divide en una pluralidad de regiones de segmento en forma de tira dispuestas una al lado de la otra en la dirección longitudinal de la pieza de trabajo. Se proporciona un par de electrodos para cada región de segmento. La corriente eléctrica se aplica a cada par de electrodos para que la región del objetivo de calentamiento se caliente uniformemente (ver, por ejemplo, JP3587501B2).

20 También según un segundo método de calentamiento de la técnica relacionada, una pieza de trabajo de placa que tiene una región objetivo de calentamiento cuya anchura varía a lo largo de una dirección longitudinal de la pieza de trabajo se calienta mediante un calentamiento de resistencia directa. La región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo tiene una anchura que disminuye monótonamente desde un extremo hacia el otro extremo en la dirección longitudinal. Se coloca un par de electrodos en la parte del extremo ancho de la región del objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo, y uno de los electrodos se mueve hacia la porción del extremo estrecho mientras aplica la corriente eléctrica al par de electrodos para que la región objetivo de calentamiento se caliente uniformemente (ver, por ejemplo, JP2013-114942A).

25 De acuerdo con el primer método de calentamiento de la técnica relacionada, una configuración de un aparato de calentamiento es complicada porque se requieren múltiples pares de electrodos para una región objetivo de calentamiento. Por otra parte, según el segundo método de calentamiento de la técnica relacionada, una región objetivo de calentamiento puede calentarse uniformemente mediante un solo par de electrodos. De este modo, la configuración del aparato de calentamiento puede simplificarse.

30 Sin embargo, cuando la región del objetivo de calentamiento cuyo ancho varía a lo largo de su dirección longitudinal se divide en una pluralidad de regiones de segmentos en forma de tira, de manera que las regiones del segmento están dispuestas lado a lado en la dirección del ancho de la región del objetivo de calentamiento, las longitudes de las regiones de segmento entre el par de electrodos son diferentes entre sí, y las resistencias de las regiones de segmento también son diferentes entre sí. La corriente eléctrica que fluye a través de una región de segmento que tiene una longitud relativamente larga entre el par de electrodos, es decir, que tiene una resistencia relativamente grande, es relativamente pequeña. Por lo tanto, la cantidad de calor generado en la región del segmento es relativamente pequeña. Por lo tanto, en el segundo método de calentamiento de la técnica relacionada, la distribución de temperatura a lo largo de la dirección de la anchura de la región objetivo de calentamiento puede no ser uniforme. El documento WO 2013/081180 A1 describe un método de calentamiento, que comprende colocar un par de electrodos en una pieza de trabajo a lo largo de una primera dirección, teniendo el par de electrodos una longitud que se extiende a través de una región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo en la primera dirección; y mover al menos uno de los electrodos en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección sobre la región objetivo de calentamiento mientras se aplica corriente eléctrica al par de electrodos para calentar la región objetivo de calentamiento mediante un calentamiento de resistencia directa. El documento US 2014/209597 A1 describe un dispositivo de calentamiento eléctrico con un par de electrodos para aplicar una corriente eléctrica a una pieza de trabajo, y un par de abrazaderas para fijar la pieza de trabajo.

Resumen

55 Los aspectos ilustrativos de la presente invención proporcionan un método de calentamiento y un aparato de calentamiento capaz de calentar uniformemente una región objetivo de calentamiento de una pieza de trabajo y también capaz de proporcionar una distribución de temperatura deseada en la región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo.

De acuerdo con un aspecto ilustrativo de la presente invención, un método de calentamiento incluye colocar un par de electrodos en una pieza de trabajo a lo largo de una primera dirección, teniendo el par de electrodos una longitud que se extiende a través de una región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo en la primera dirección, mover al menos uno de los electrodos en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección sobre la región del objetivo de calentamiento mientras se aplica corriente al par de electrodos, para calentar la región objetivo de calentamiento mediante un calentamiento directo por resistencia, y ajustar una distribución de presión de contacto entre al menos uno de los electrodos y la pieza de trabajo a lo largo de la primera dirección, con una pluralidad de regiones de segmento que se definen dividiendo la región objetivo de calentamiento de manera que las regiones de segmento estén dispuestas una al lado de la otra en la primera dirección, y de acuerdo con una longitud de cada una de las regiones de segmento entre el par de electrodos, para ajustar una temperatura de calentamiento de cada una de las regiones de segmento de la región objetivo de calentamiento.

De acuerdo con otro aspecto ilustrativo de la presente invención, un aparato de calentamiento incluye un par de electrodos dispuestos para extenderse a través de una región objetivo de calentamiento de una pieza de trabajo en una primera dirección, una unidad de suministro de energía configurada para suministrar corriente eléctrica al par de electrodos, una sección móvil configurada para mover al menos uno de los electrodos en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección sobre la región del objetivo de calentamiento, un prensador configurado para presionar al menos uno de los electrodos contra la pieza de trabajo de modo que se pueda ajustar una distribución de la presión de contacto contra la pieza de trabajo a lo largo de la primera dirección, y una unidad de control configurada para controlar el prensador, con una pluralidad de regiones de segmento que se definen dividiendo la región de destino de calentamiento de manera que las regiones de segmento estén dispuestas una junto a la otra en la primera dirección, y de acuerdo con una longitud de cada una de las regiones de segmento entre el par de electrodos, para ajustar la distribución de la presión de contacto a lo largo de la primera dirección.

De acuerdo con otro aspecto ilustrativo de la presente invención, se proporciona un método para fabricar un artículo moldeado a presión. El método incluye calentar una pieza de trabajo de placa mediante el método de calentamiento descrito anteriormente, y aplicar presión a la pieza de trabajo de placa con un molde de prensa para realizar el moldeado en caliente de la pieza de trabajo de placa.

Otros aspectos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción, los dibujos y las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

[figura 1A] La figura 1A es una vista en planta de un ejemplo de una pieza de trabajo a calentar según una realización de la presente invención.

[figura 1B] La figura 1B es una vista frontal de la pieza de trabajo de la figura 1A.

[figura 2A] La figura 2A es una vista frontal de un ejemplo de un aparato de calentamiento de acuerdo con una realización de la presente invención.

[figura 2B] La figura 2B es una vista en planta que ilustra un par de electrodos del aparato de calentamiento junto con la pieza de trabajo.

[figura 2C] La figura 2C es un lado del aparato de calentamiento.

[figura 3A] La figura 3A es una vista en planta que ilustra un ejemplo de calentamiento por resistencia directa de acuerdo con una realización de la presente invención.

[figura 3B] La figura 3B es otra vista en planta que ilustra el método de calentamiento por resistencia directa.

[figura 4] La figura 4 es un diagrama que ilustra un concepto de un ajuste de la corriente eléctrica aplicada entre los electrodos y un ajuste de la velocidad de movimiento de un electrodo móvil de acuerdo con el método de calentamiento por resistencia directa de las figuras 3A y 3B.

[figura 5] La figura 5 es un gráfico que muestra ejemplos de una relación entre un tiempo transcurrido desde el inicio del calentamiento y una posición del electrodo móvil, una relación entre el movimiento del electrodo móvil y la corriente eléctrica aplicada entre el par de electrodos, y una distribución de la temperatura a lo largo de la dirección longitudinal de la pieza de trabajo al final del calentamiento, de acuerdo con el método de calentamiento por resistencia directa de las figuras 3A y 3B.

[figura 6] La figura 6 es un gráfico que muestra otros ejemplos de una relación entre un tiempo transcurrido desde el inicio del calentamiento y una posición del electrodo móvil, una relación entre el movimiento del electrodo móvil y la corriente eléctrica aplicada entre el par de electrodos, y una distribución de la temperatura a lo largo de la dirección longitudinal de la pieza de trabajo al final del calentamiento, de acuerdo con el método de calentamiento por resistencia directa de las figuras 3A y 3B.

[figura 7] La figura 7 es una vista en planta que ilustra los detalles del método de calentamiento por resistencia directa de las figuras 3A y 3B.

[figura 8] La figura 8 es un diagrama que ilustra un circuito eléctricamente equivalente del método de calentamiento por resistencia directa de la figura 7.

5 [figura 9A] La figura 9A es una vista que muestra una distribución de la presión de contacto entre un electrodo móvil y una pieza de trabajo en el ejemplo 1 de prueba.

[figura 9B] La figura 9B es una vista que muestra la distribución de la temperatura de una pieza de trabajo que ha sido calentada por una resistencia directa en el ejemplo 1 de prueba.

10 [figura 10A] La figura 10A es una vista que muestra una distribución de la presión de contacto entre un electrodo móvil y una pieza de trabajo en el ejemplo 2 de prueba.

[figura 10B] La figura 10B es una vista que muestra la distribución de la temperatura de una pieza de trabajo que ha sido calentada por una resistencia directa en el ejemplo 2 de prueba.

Descripción de las realizaciones

A continuación, se describirán en detalle realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos.

15 Las figuras 1A y 1B ilustran un ejemplo de una pieza de trabajo W de acuerdo con una realización de la presente invención. La pieza de trabajo W mostrada es un material de banda con un espesor constante. La dimensión de la pieza de trabajo W en su dirección de ancho (primera dirección) disminuye monótonamente desde un extremo R hacia el otro extremo L a lo largo de la dirección longitudinal (segunda dirección) de la pieza de trabajo W. En este ejemplo, toda la pieza de trabajo W es una región de destino de calentamiento.

20 Las figuras 2A a 2C ilustran un ejemplo de un aparato de calentamiento configurado para calentar la pieza de trabajo W.

Un aparato 1 de calentamiento tiene un par de electrodos 10 que incluyen electrodos 11, 12, una unidad 13 de suministro de energía, una sección 14 móvil, un prensador 15 y una unidad 16 de control.

25 Los electrodos 11, 12 que forman el par de electrodos 10 están dispuestos a través de la pieza de trabajo W (región objetivo de calentamiento) en su dirección de anchura. En este ejemplo, el electrodo 11 está soportado por la sección 14 móvil para que pueda moverse en la dirección longitudinal de la pieza de trabajo W, mientras que el electrodo 12 está dispuesto en la porción R del extremo ancho de la pieza de trabajo W y se fija en su lugar. Alternativamente, el electrodo 12 también puede estar soportado por una sección 14 móvil para poder moverse en la dirección longitudinal de la pieza de trabajo W.

30 El electrodo 11 móvil incluye una porción 11a de electrodo principal y una porción 11b de electrodo auxiliar que sostiene la pieza de trabajo W en la dirección del grosor de este. El electrodo 12 fijo que se va a fijar en la pieza de trabajo W también incluye una porción 12a de electrodo principal y una porción 12b de electrodo auxiliar que sostiene la pieza de trabajo W en la dirección del grosor de este. La porción 11a de electrodo principal y la porción 11b de electrodo auxiliar del electrodo 11 móvil están configuradas como rodillos respectivamente. Cuando el electrodo 11 móvil es movido por la sección 14 móvil, la porción 11a de electrodo principal y la porción 11b de electrodo auxiliar ruedan sobre la superficie de la pieza de trabajo W mientras hacen contacto con la pieza de trabajo W.

35 La porción 11a de electrodo principal del electrodo 11 móvil rueda sobre una barra 11d conductora a través de un rodillo 11c auxiliar. La barra 11d conductora se extiende en la dirección longitudinal de la pieza de trabajo W. La barra 11d conductora está conectada a la unidad 13 de fuente de alimentación. Se suministra una corriente eléctrica desde la unidad 13 de fuente de alimentación a la porción 11a de electrodo principal a través de la barra 11d conductora y el rodillo 11c auxiliar. La porción 11a de electrodo principal y la porción 11b de electrodo auxiliar pueden estar conectadas eléctricamente entre sí de modo que la corriente eléctrica pueda suministrarse a la porción 11a de electrodo principal y a la porción 11b de electrodo auxiliar.

40 El prensador 15 está configurado para ajustar la distribución de la presión de contacto en la dirección de la anchura entre al menos uno del par de electrodos 10 y la pieza de trabajo W. En el ejemplo ilustrado, el prensador 15 incluye un primer prensador 15a configurado para ajustar la distribución de la presión de contacto entre el electrodo 11 móvil y la pieza de trabajo W y un segundo prensador 15b configurado para ajustar la distribución de la presión de contacto entre el electrodo 12 fijo y la pieza de trabajo W.

45 El primer prensador 15a incluye, por ejemplo, una pluralidad de elementos de presión, tales como cilindros, provistos a intervalos a lo largo de la porción 11b de electrodo auxiliar del electrodo 11 móvil y accionados independientemente entre sí. Una serie de ubicaciones en la porción 11b del electrodo auxiliar son presionadas por

los respectivos elementos de presión para ajustar la distribución de la presión de contacto entre la pieza de trabajo W y el electrodo 11 móvil.

5 El segundo prensador 15b también puede configurarse de la misma manera. Es decir, el segundo prensador 15b puede incluir una pluralidad de elementos de presión, tales como cilindros, provistos a intervalos a lo largo de la porción 12b de electrodo auxiliar del electrodo 12 fijo y accionados independientemente entre sí. Los elementos de presión presionan una pluralidad de ubicaciones en la porción 12b del electrodo auxiliar para ajustar la distribución de la presión de contacto entre el electrodo 12 fijo y la pieza de trabajo W.

10 La unidad 13 de fuente de alimentación está configurada para suministrar corriente CC o CA al par de electrodos 10 bajo el control de la unidad 16 de control. La sección 14 móvil está configurada para mover el electrodo 11 móvil en la dirección longitudinal de la pieza de trabajo W bajo el control de la unidad 16 de control. El prensador 15 está configurado para ajustar la distribución de la presión de contacto entre cada uno de los electrodos 11 móviles y el electrodo 12 fijo y la pieza de trabajo W bajo el control de la unidad 16 de control.

A continuación, se describirá un método para calentar la pieza de trabajo W mediante calentamiento por resistencia directa utilizando el aparato 1 de calentamiento.

15 Las figuras 3A y 3B son vistas en planta de un ejemplo en el que la temperatura de calentamiento de la pieza de trabajo W se controla en la dirección longitudinal de la pieza de trabajo W. El electrodo 11 móvil está dispuesto en la porción R del extremo de la pieza de trabajo W donde está dispuesto el electrodo 12 fijo. Luego, se aplica corriente eléctrica al par de electrodos 10. En ese estado, el electrodo 11 móvil se mueve desde la porción R del extremo de la pieza de trabajo W hacia la porción L del extremo de esta.

20 Cuando el electrodo 11 móvil se mueve desde la porción R del extremo de la pieza de trabajo W hacia la porción L del extremo de esta, la corriente eléctrica aplicada entre el par de electrodos 10 y/o la velocidad de movimiento del electrodo 11 móvil se ajustan adecuadamente. Por lo tanto, la temperatura de calentamiento de cada región del segmento A_i ($i = 1, 2, 3, \dots n$) en la que la pieza de trabajo W está virtualmente dividida en la dirección longitudinal de la misma se puede ajustar individualmente.

25 Por ejemplo, teniendo la pieza de trabajo W una anchura que disminuye monótonamente a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo 11 móvil moviéndose en la dirección longitudinal de la pieza de trabajo W, en otras palabras, La pieza de trabajo W tiene un área de sección transversal que disminuye monótonamente a lo largo de la dirección de movimiento del electrodo 11 móvil, es decir, la resistencia por unidad de longitud de la pieza de trabajo W aumenta de manera monótona, la pieza de trabajo W puede calentarse uniformemente a lo largo de la dirección longitudinal.

30 La figura 4 muestra el concepto de ajuste de la corriente eléctrica aplicada entre el par de electrodos 10 y el ajuste de la velocidad de movimiento del electrodo 11 móvil cuando la pieza de trabajo W se calienta uniformemente a lo largo de la dirección longitudinal.

35 Dado que I_i es una corriente eléctrica aplicada cuando el electrodo 11 móvil pasa a través de cada región A_i del segmento con una unidad de longitud DI , y siendo t_i un tiempo de aplicación actual (segundos), la temperatura (cantidad de aumento de temperatura) q_i en la región A_i del segmento se puede obtener mediante la siguiente expresión, porque la región A_i del segmento se calienta después de que el electrodo 11 móvil pasa a través de la región A_i del segmento.

[Math.1]

$$\theta_i = \frac{\rho_e}{C\rho} \frac{1}{a_i^2} \sum_i^n (I_i^2 \times t_i)$$

40 donde ρ_e es la resistividad (QXm), ρ es la densidad (kg/m³), c es el calor específico (J/kgX°C) y a_i es el área de la sección transversal (m²) de la región del segmento A_i .

45 La temperatura q_i en cada región A_i del segmento se puede hacer uniforme como $q_1 = q_2 = \dots = q_n$ si la corriente I_i aplicada o el tiempo t_i de aplicación actual (velocidad de movimiento del electrodo V_i) para cada región A_i del segmento se ajusta para satisfacer la siguiente expresión. Cuando la velocidad es constante, solo la corriente I_i aplicada puede ajustarse porque el tiempo t_i de aplicación actual es constante. Cuando la corriente es constante, solo el tiempo t_i de aplicación actual puede ajustarse porque la corriente I_i aplicada es constante. Tanto la corriente I_i aplicada como el tiempo t_i de aplicación actual pueden ajustarse.

[Math.2]

$$\frac{1}{a_1^2} \sum_{i=1}^n (I_i^2 \times t_i) = \frac{1}{a_2^2} \sum_{i=2}^n (I_i^2 \times t_i) = \dots = \frac{1}{a_n^2} \sum_{i=n}^n (I_i^2 \times t_i)$$

5 Cuando el electrodo 12 fijo se fija a la porción R del extremo de la pieza de trabajo W y el electrodo 11 móvil se mueve desde la porción R del extremo de la pieza de trabajo W hacia la porción L del extremo de la misma, una sección de aplicación actual colocada entre el electrodo 11 móvil y el electrodo 12 fijo en la pieza de trabajo W se expande gradualmente desde el lado de la porción R del extremo donde la resistencia por unidad de longitud en la dirección de movimiento del electrodo 11 móvil es relativamente pequeña.

10 En consecuencia, el tiempo de aplicación actual t_i difiere de una región de segmento A_i a otra. El tiempo de aplicación actual es más largo en una región de segmento más cercana a la porción R del extremo. Cuando se aplica la misma corriente a una región de segmento en el lado de la porción R del extremo y a una región de segmento en el lado de la porción L del extremo al mismo tiempo, la cantidad de calor es menor en la región del segmento en el lado de la porción R del extremo donde la resistencia por unidad de longitud en la dirección de movimiento del electrodo 11 móvil es relativamente pequeña.

15 Por lo tanto, en función de la variación en la resistencia por unidad de longitud en la dirección de movimiento del electrodo 11 móvil, la corriente eléctrica aplicada entre el par de electrodos 10 y/o la velocidad de movimiento del electrodo 11 móvil se ajustan de acuerdo con la relación con el tiempo de aplicación actual t_i para cada región A_i de segmento, con el fin de ajustar la cantidad de calor generado en la región del segmento A_i . De esta manera, la pieza de trabajo W puede calentarse uniformemente en la dirección longitudinal.

20 Las figuras 5 y 6 muestran ejemplos de una relación entre un tiempo transcurrido desde el inicio del calentamiento y una posición del electrodo 11 móvil, una relación entre el movimiento del electrodo 11 móvil y la corriente eléctrica aplicada entre el par de electrodos 10, y una distribución de temperatura a lo largo de la dirección longitudinal de la pieza de trabajo W al final del calentamiento. En las figuras 5 y 6, la posición del electrodo 11 móvil se expresa en una distancia desde el origen como la posición inicial (en la porción R del extremo de la pieza de trabajo W) del electrodo 11 móvil al comienzo del calentamiento.

25 En el ejemplo que se muestra en la figura 5, el electrodo 11 móvil se mueve a una velocidad constante desde la porción R del extremo de la pieza de trabajo W hacia la porción L del extremo de esta, mientras que la corriente eléctrica aplicada entre el par de electrodos 10 se ajusta para disminuir gradualmente. El electrodo 11 móvil se mantiene en la porción L del extremo durante un tiempo predeterminado después de que el electrodo 11 móvil alcance la porción L del extremo, durante el cual se aplica la misma cantidad de corriente eléctrica que en el momento en que el electrodo 11 móvil ha alcanzado la porción L del extremo se aplica al par de electrodos 10. Al
30 ajustar la corriente eléctrica de esta manera, la pieza de trabajo W se calienta uniformemente en la dirección longitudinal.

35 En el ejemplo que se muestra en la figura 6, se aplica una corriente eléctrica constante al par de electrodos 10, mientras que el electrodo 11 móvil se mueve desde la porción R del extremo de la pieza de trabajo W hacia la porción L del extremo de esta y la velocidad de movimiento se ajusta para aumentar gradualmente. El electrodo 11 móvil se mantiene en la porción L del extremo durante un tiempo predefinido después de que el electrodo 11 móvil alcanza la porción L del extremo, durante el cual se aplica una corriente eléctrica constante al par de electrodos 10. Al ajustar la velocidad de esta manera, la pieza de trabajo W se calienta uniformemente en la dirección longitudinal.

40 La figura 7 ilustra un ejemplo en el que la temperatura de calentamiento de la pieza de trabajo W se controla en la dirección de la anchura de la pieza de trabajo W. Como se muestra en la figura 7, la sección de la pieza de trabajo W donde la corriente eléctrica aplicada entre el electrodo 11 móvil y el electrodo 12 fijo durante el movimiento del electrodo 11 móvil desde la porción R del extremo de la pieza de trabajo W hacia la otra porción L del extremo de la pieza de trabajo W se divide en una pluralidad de regiones de segmento B_j ($j = 1, 2, 3 \dots m$) dispuestas de lado a lado en la dirección del ancho de la pieza de trabajo W.

45 En la pieza de trabajo W, cuyo ancho disminuye monótonamente en la dirección de movimiento del electrodo 11 móvil, las longitudes b_j de la respectiva región del segmento B_j ($j = 1, 2, 3 \dots m$) entre el par de electrodos son diferentes entre sí, y sus resistencias eléctricas también son diferentes entre sí en consecuencia. En el ejemplo ilustrado, la longitud entre el par de electrodos es mayor en un lado de una región B_m de segmento a lo largo de un lado de la pieza de trabajo W que en un lado de una región B_l de segmento a lo largo del otro lado de la pieza de trabajo W, y la resistencia eléctrica también es mayor en el lado de la región B_m del segmento en consecuencia.

50 La figura 8 ilustra un circuito eléctricamente equivalente con el que cada región B_j de segmento se calienta mediante un calentamiento de resistencia directa. El circuito equivalente puede expresarse como un circuito en el que la resistencia R_{s_j} eléctrica (W) de la pieza de trabajo W en la región del segmento B_j , la resistencia R_{c1_j} de contacto (W) entre la pieza de trabajo W y el electrodo 11 móvil en la región B_j del segmento, y la resistencia R_{c2_j} de contacto

(W) entre la pieza de trabajo W y el electrodo 12 fijo en la región del segmento B_j están conectados en serie. En el ejemplo que se muestra en la Fig. 7, la resistencia eléctrica R_s aumenta en el lado de la región del segmento B_m.

5 Aquí, si el electrodo 11 móvil está en contacto uniforme con la pieza de trabajo W y la resistencia de contacto es uniforme como $R_{c1_1}=R_{c1_2}=\dots=R_{c1_m}$, y si el electrodo 12 fijo también está en contacto uniforme con la pieza de trabajo W y la resistencia de contacto es uniforme ya que $R_{c2_1}=R_{c2_2}=\dots=R_{c2_m}$, la corriente que fluye a través de la región B_m del segmento cuya resistencia R_s eléctrica es relativamente grande es relativamente pequeña, y la cantidad de calor generado en la región B_m del segmento es relativamente pequeña en consecuencia.

10 Aquí, cada resistencia R_{c1_j} o R_{c2_j} de contacto disminuye de acuerdo con el aumento en el área de contacto entre la pieza de trabajo W y el electrodo 11 móvil o el electrodo 12 fijo en la región B_j de segmento. En relación con la presión de contacto entre la pieza de trabajo W y el electrodo 11 móvil o el electrodo 12 fijo en el segmento región B_j, el área de contacto también aumenta a medida que aumenta la presión de contacto.

15 Por lo tanto, basándose en la relación con la resistencia R_{s_j} eléctrica, es decir, basándose en la relación con la distancia b_j entre el par de electrodos en la región B_j de segmento, la presión de contacto entre la pieza de trabajo W y el electrodo 11 móvil o el electrodo 12 fijo en la región B_j del segmento se ajusta para ajustar la resistencia de contacto R_{c1_j} o R_{c2_j}. Por lo tanto, la cantidad de calor generado en la pieza de trabajo W en la región B_j del segmento se puede ajustar de manera que la temperatura de calentamiento de la pieza de trabajo W se pueda controlar en la dirección de la anchura de la pieza de trabajo W.

20 Por ejemplo, cuando aumenta la presión de contacto entre la pieza de trabajo W y el electrodo 11 móvil o el electrodo 12 fijo en el lado de la región B_m de segmento cuya resistencia eléctrica R_s es relativamente grande, el trabajo W se puede calentar uniformemente en la dirección de la anchura. En combinación con el ajuste de corriente mostrado en la figura 5 o el ajuste de velocidad del electrodo 11 móvil mostrado en la figura 6, el trabajo W puede calentarse uniformemente.

Los ejemplos de prueba se describirán a continuación.

25 En cada ejemplo de prueba, como se muestra en las figuras 3A y 3B, el par de electrodos 10 se dispuso en la porción R del extremo ancho de la pieza de trabajo W, y uno de los pares de electrodos 10, el electrodo 11, se movió hacia la porción L del extremo estrecho para calentar la pieza de trabajo W uniformemente a lo largo de la dirección longitudinal mediante un calentamiento de resistencia directa.

30 La figura 9A muestra una distribución de la presión de contacto entre el electrodo 11 móvil y la pieza de trabajo W en el ejemplo 1 de prueba, y la figura 9B muestra una distribución de la temperatura de la pieza de trabajo W que ha sido calentada por un calentamiento de resistencia directa en el ejemplo 1 de prueba. La figura 10A muestra una distribución de la presión de contacto entre cada porción del electrodo 11 móvil y la pieza de trabajo W en el ejemplo 2 de prueba, y la figura 10B muestra una distribución de la temperatura de la pieza de trabajo W que se ha calentado mediante un calentamiento de resistencia directa en el ejemplo 2 de prueba.

35 La distribución de la presión de contacto entre el electrodo 11 móvil y la pieza de trabajo W se detectó utilizando papel sensible a la presión. En la figura 9A y en la figura 10A, la distribución de la presión de contacto entre el electrodo 11 móvil y la pieza de trabajo W se muestra mediante un patrón de color del papel sensible a la presión. En la figura 9B y la figura 10B, la distribución de la temperatura de la pieza de trabajo W se expresa en escala de grises y la temperatura más alta se expresa en un tono claro.

40 En el ejemplo 1 de prueba, como se muestra en la figura 9A, la presión de contacto entre el electrodo 11 móvil y la pieza de trabajo W en una región A en el lado de la porción R del extremo ancho de la pieza de trabajo W era demasiado pequeña para ser detectada por el papel sensible a la presión. En la distribución de la temperatura de la pieza de trabajo W que se había calentado mediante un calentamiento de resistencia directa, como se muestra en la figura 9B, la temperatura en la región A fue relativamente baja, mientras que la temperatura en una región B dispuesta al lado de la región A en la dirección de la anchura de la pieza de trabajo W fue relativamente alta.

45 En el ejemplo 2 de prueba, como se muestra en la figura 10A, la distribución de la presión de contacto entre el electrodo 11 móvil y la pieza de trabajo W se ajustó de modo que la presión de contacto en la región A entre el electrodo 11 móvil y la pieza de trabajo W se pudiera hacer sustancialmente igual a la presión de contacto en la región B. Después de calentar la pieza de trabajo W mediante un calentamiento por resistencia directa, como se muestra en la figura 10B, se resolvió y equalizó la variación de temperatura en el lado de la porción R del extremo ancho en el ejemplo 1 de prueba.

50 El método de calentamiento descrito anteriormente se puede aplicar, por ejemplo, a un proceso de endurecimiento basado en el enfriamiento rápido después del calentamiento, o puede aplicarse a un método para fabricar un artículo moldeado a presión mediante moldeo en caliente con presión aplicada por un molde a presión en un estado de alta temperatura después del calentamiento. De acuerdo con el método de calentamiento mencionado anteriormente, el equipo para calentar puede tener una configuración simple de modo que el equipo para calentar se pueda colocar cerca de una máquina de prensa o integrarse integralmente en la máquina de prensa. Por consiguiente, una pieza

de trabajo de placa puede moldearse a presión en poco tiempo después del calentamiento. Por lo tanto, una caída de temperatura en la pieza de trabajo de placa calentada puede suprimirse para reducir la pérdida de energía. Además, se puede evitar que la superficie de la pieza de trabajo de placa se oxide, de modo que se pueda fabricar un artículo moldeado a presión de alta calidad.

- 5 Esta solicitud se basa en la Solicitud de Patente Japonesa No. 2015-043557 presentada el 5 de marzo de 2015, cuyo contenido completo se incorpora aquí como referencia.

REIVINDICACIONES

1. Un método de calentamiento que comprende:

colocar un par de electrodos (10) en una pieza de trabajo (W) a lo largo de una primera dirección, teniendo el par de electrodos (10) una longitud que se extiende a través de una región objetivo de calentamiento de la pieza de trabajo (W) en la primera dirección; y

mover al menos uno de los electrodos (11) en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección sobre la región objetivo de calentamiento mientras se aplica corriente eléctrica al par de electrodos (10), para calentar la región objetivo de calentamiento mediante un calentamiento de resistencia directa;

caracterizado por comprender, además

ajuste de una distribución de presión de contacto entre al menos uno de los electrodos (11) y la pieza de trabajo (W) a lo largo de la primera dirección, con una pluralidad de regiones (B₁-B_m) de segmento definidas dividiendo la región objetivo de calentamiento de manera que las regiones (B₁-B_m) de segmento estén dispuestas una al lado de la otra en la primera dirección, y de acuerdo con una longitud (b₁-b_m) de cada una de las regiones (B₁-B_m) del segmento entre el par de electrodos (10), para ajustar una temperatura de calentamiento de cada una de las regiones del segmento de la región objetivo de calentamiento.

2. El método de calentamiento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las regiones (B₁-B_m) de segmento incluyen una región de segmento largo y una región de segmento corto, la longitud de la región del segmento largo entre el par de electrodos (10) es más larga que la longitud de la región del segmento corto entre el par de electrodos (10), y en donde la presión de contacto se ajusta para ser mayor en la región del segmento largo que en la región del segmento corto.

3. El método de calentamiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde una dimensión de la región objetivo de calentamiento en la primera dirección varía a lo largo de la segunda dirección.

4. El método de calentamiento según la reivindicación 3, en donde la dimensión de la región objetivo de calentamiento en la primera dirección disminuye monótonamente a lo largo de la segunda dirección.

5. Un aparato (1) de calentamiento que comprende:

un par de electrodos (10) dispuestos para extenderse a través de una región objetivo de calentamiento de una pieza de trabajo (W) en una primera dirección;

una unidad (13) de fuente de alimentación configurada para suministrar corriente eléctrica al par de electrodos (10); y

una sección (14) móvil configurada para mover al menos uno de los electrodos (11) en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección sobre la región objetivo de calentamiento,

caracterizado por comprender, además

un prensador (15) configurado para presionar al menos uno de los electrodos contra la pieza de trabajo (W) de manera que se pueda ajustar la distribución de la presión de contacto contra la pieza de trabajo (W) en la primera dirección; y

una unidad (16) de control configurada para controlar el prensador (15), con una pluralidad de regiones de segmento (B₁-B_m) que se definen dividiendo la región objetivo de calentamiento de manera que las regiones (B₁-B_m) de segmento estén dispuestas una al lado de la otra en la primera dirección, y de acuerdo con una longitud (b₁-b_m) de cada una de las regiones (B₁-B_m) del segmento entre el par de electrodos (10), para ajustar la distribución de la presión de contacto a lo largo de la primera dirección.

6. El aparato (1) de calentamiento de acuerdo con la reivindicación 5, en donde las regiones (B₁-B_m) de segmento incluyen una región de segmento largo y una región de segmento corto, la longitud de la región del segmento largo entre el par de electrodos (10) es más larga que la longitud de la región del segmento corto entre el par de electrodos (10), y en donde la unidad (16) de control ajusta la presión de contacto para que sea más alta en la región del segmento largo que en la región del segmento corto.

7. El aparato (1) de calentamiento de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en donde el prensador (15) comprende una pluralidad de elementos de presión provistos a intervalos en la primera dirección para funcionar independientemente uno de otro.

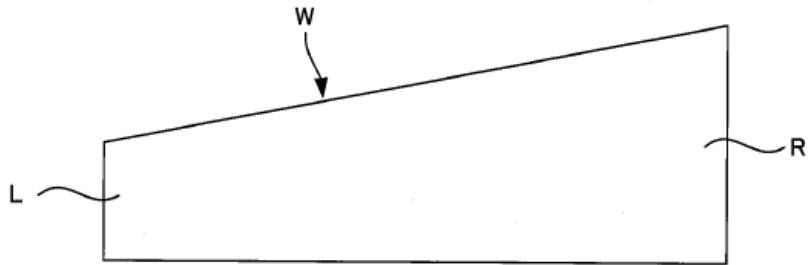
8. Un método para fabricar un artículo moldeado a presión, que comprende:

calentando una pieza de trabajo (W) de placa por el método de calentamiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, y

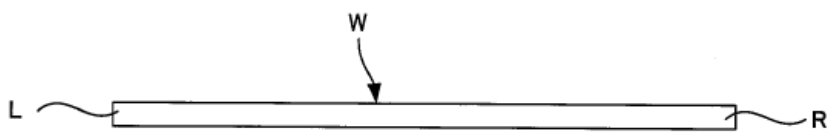
aplicando presión a la pieza de trabajo (W) de la placa con un molde de prensa para realizar el moldeado en caliente de la pieza de trabajo (W) de placa.

5

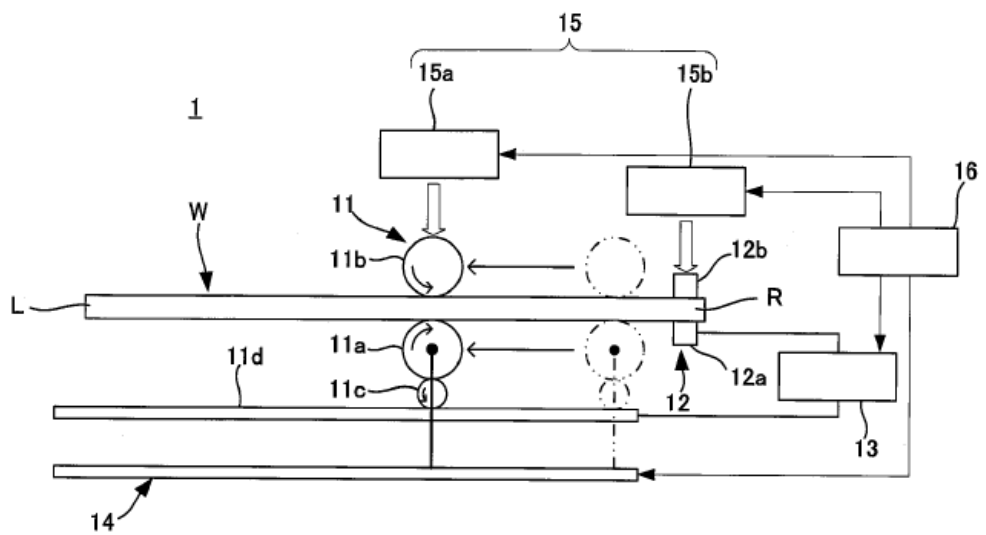
[Fig. 1A]



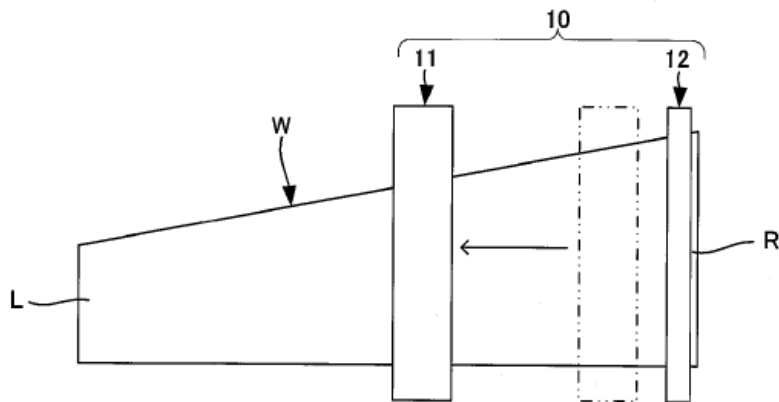
[Fig. 1B]



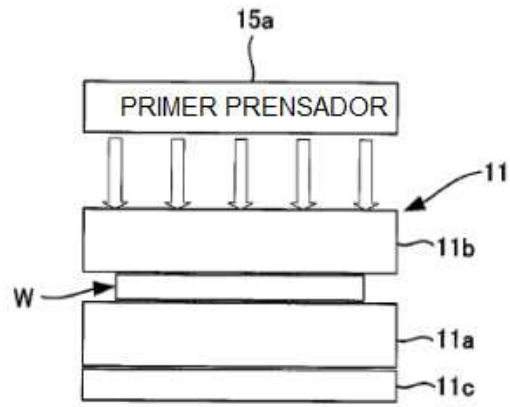
[Fig. 2A]



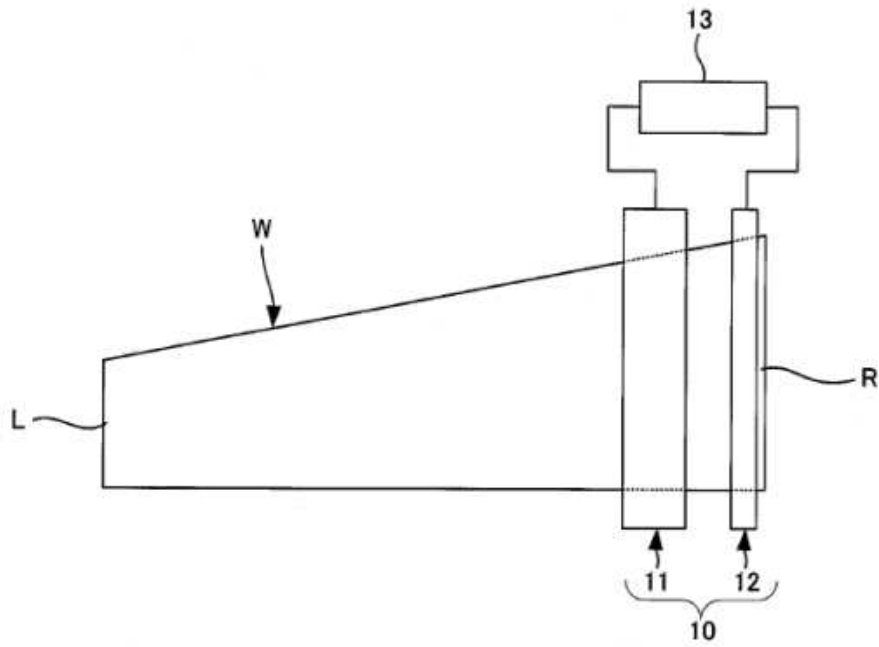
[Fig. 2B]



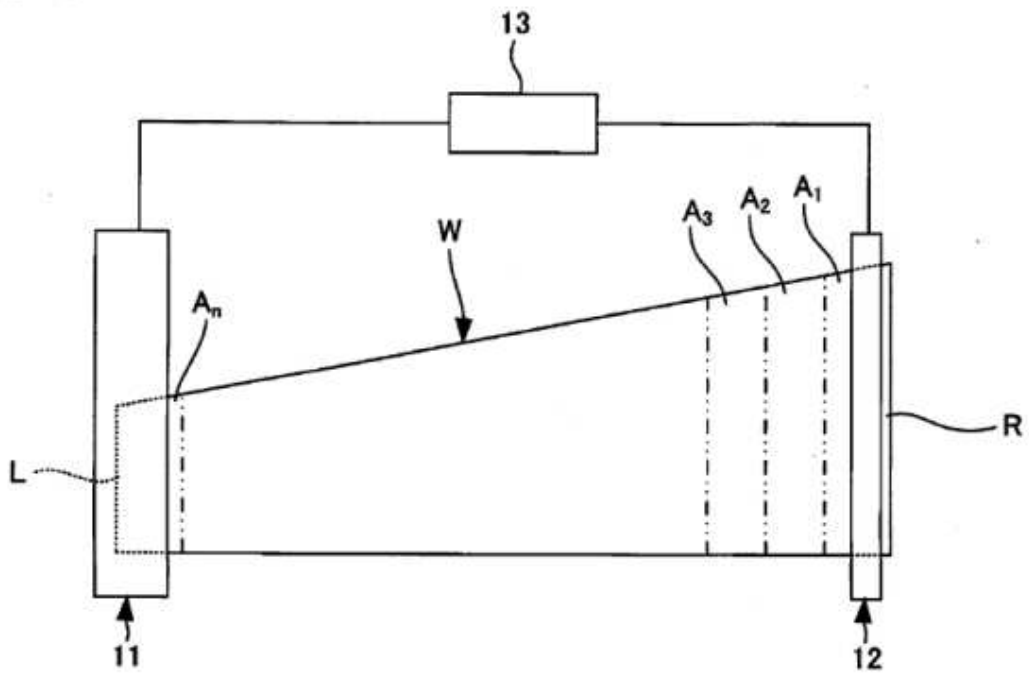
[Fig. 2C]



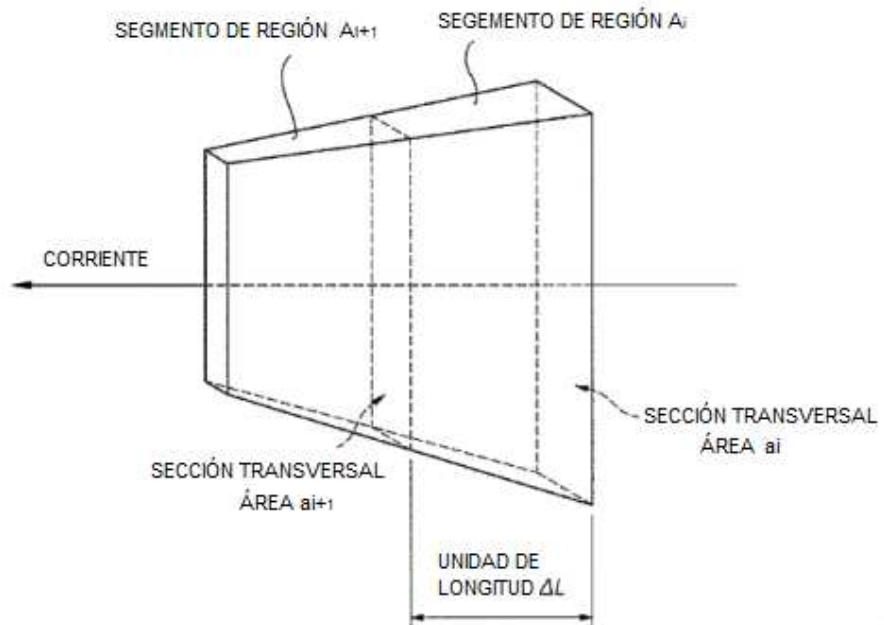
[Fig. 3A]



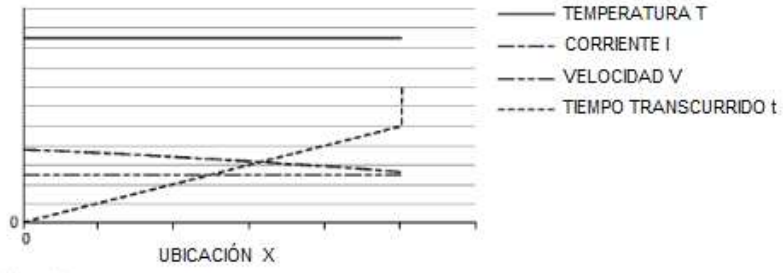
[Fig. 3B]



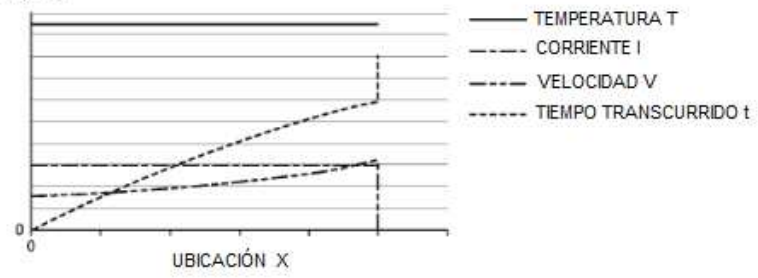
[Fig. 4]



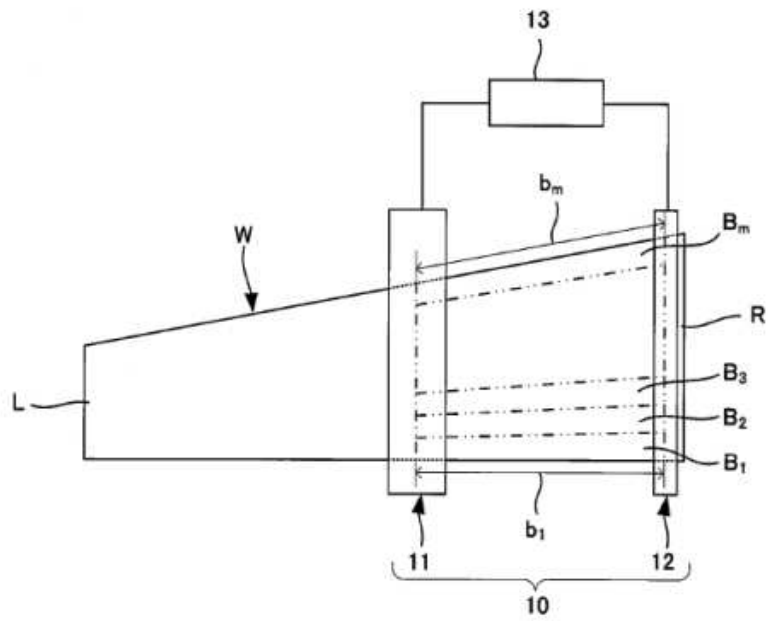
[Fig. 5]



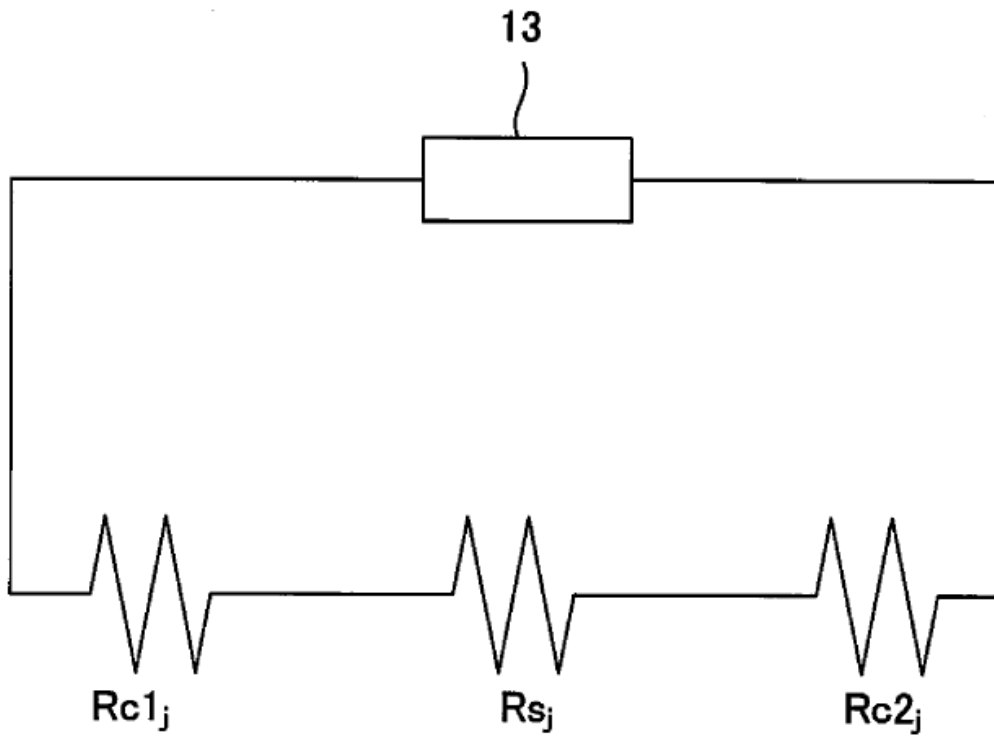
[Fig. 6]



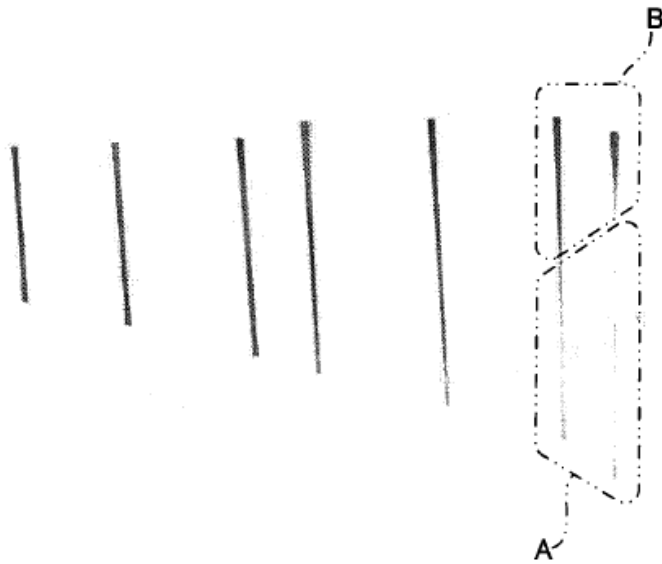
[Fig. 7]



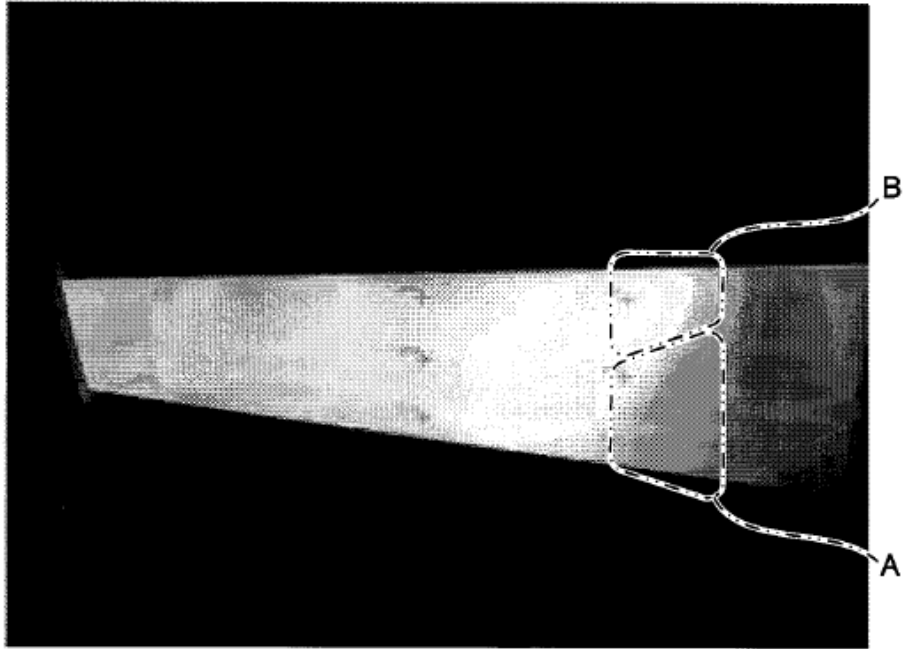
[Fig. 8]



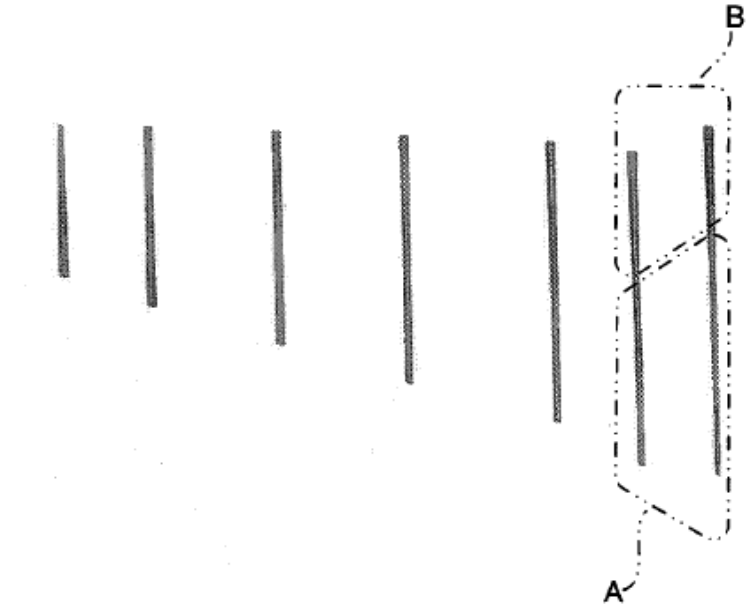
[Fig. 9A]



[Fig. 9B]



[Fig. 10A]



[Fig. 10B]

