

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 788**

51 Int. Cl.:  
**B21D 22/20** (2006.01)  
**B21D 24/10** (2006.01)  
**G05B 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10181813 .6**  
96 Fecha de presentación: **10.11.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2289644**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2011**

54 Título: **Método de confirmación a presión, dispositivo de conformación a presión, producto de programa para ordenador y medio de almacenamiento para ordenador**

30 Prioridad:  
11.11.2003 JP 2003381285  
10.09.2004 JP 2004264022

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
26.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
26.06.2012

73 Titular/es:  
**Nippon Steel Corporation**  
**6-1 Marunouchi 2-chome**  
**Chiyoda-ku Tokyo100-8071, JP y**  
**ArcelorMittal France**

72 Inventor/es:  
**Suzuki, Noriyuki;**  
**Yamagata, Mitsuharu;**  
**Uenishi, Akihiro;**  
**Kuriyama, Yukihisa;**  
**Niwa, Toshiyuki y**  
**Kuwayama, Takuya**

74 Agente/Representante:  
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 383 788 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 conformación a presión, dispositivo de conformación a presión, producto de programa para ordenador y medio de almacenamiento para ordenador.

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de conformación a presión, un método de conformación a presión, un programa de ordenador y un medio de almacenamiento y, en particular, se refiere a una tecnología adecuada para ser usada para un tratamiento favorable independientemente de la desviación característica de diversos materiales metálicos como series de hierro, series no ferrosas, materiales superpuestos y similares, o de las fluctuaciones medioambientales durante el tratamiento.

**Técnica anterior**

10 Convencionalmente, cuando se realiza una embutición profunda, plegado, corte o similar en un material metálico, usando un dispositivo de conformación a presión, es habitual llevar a cabo la producción real después de determinar las condiciones de conformación apropiadas, a saber, las condiciones de tratamiento como la forma de los moldes metálicos, condiciones de lubricación, velocidad de conformación, fuerza de sujeción de formas previas, la  
15 temperatura de los moldes metálicos y piezas de trabajo, etc., para cada material metálico por adelantado, mediante la producción de prueba a través de la experimentación o a través de un experimento o mediante la simulación o similar usando un método de elementos finitos.

20 No obstante, diversos materiales metálicos que son una materia prima son placas, conductos, barras, alambres, polvo o granos y similares son obtenidos a través de procedimientos múltiples de fusión-fundición-colada-laminado-tratamiento con calor-tratamiento secundario et cetera y a partir de materias primas o desechos, y existe inevitablemente algún grado de desviación de las propiedades mecánicas en un producto debido a la fluctuación de los componentes químicos o la fluctuación de las condiciones de tratamiento, como temperaturas no uniformes.

25 Consecuentemente, incluso cuando se determinan las condiciones de conformación apropiadas por adelantado como se describió anteriormente, puede surgir la aparición de defectos de conformación debido a diferencias en la capacidad de conformación según las posiciones del material o los números de lotes de producción. Con el fin de evitar este defecto, se realiza un control de calidad durante la producción del material de forma más severa, pero el rigor excesivo puede conducir a aumentos de coste del material, y no es recomendable.

30 Además de ello, incluso cuando las características mecánicas de la materia prima son idénticas, puede surgir la aparición de defectos de conformación debido a la fluctuación medioambiental durante el tratamiento como cambios de la temperatura del molde metálico provocados por un funcionamiento continuo, desgaste del molde metálico, fluctuación de la temperatura atmosférica o la humedad.

35 Como una medida para contrarrestar estas desventajas, han sido descritas diversas invenciones para un método de conformación a presión para controlar las condiciones de tratamiento según el material metálico o las condiciones de un molde metálico. Por ejemplo, en el documento de patente 1, se describe un dispositivo para controlar la presión de aire en un cilindro de aire para llevar a cabo la conformación a presión bajo una fuerza de sujeción apropiada de formas previas determinando por adelantado una relación entre una cantidad física, como la forma del material de  
40 compresión y su propiedad mecánica, propiedad química, una propiedad de las capas estratificadas del chapado o similares, y las condiciones de la superficie como la cantidad de aceite o similares; y una fuerza de sujeción apropiada de formas previas a partir de la cual se obtenga la calidad de compresión establecida; y determinando la fuerza de sujeción apropiada de formas previas según la cantidad física real a partir de la relación anteriormente descrita.

Los documentos de patentes 2 y 3 describen un dispositivo que ajusta las condiciones de compresión basadas en la información de la máquina y la información del molde metálico característicos de una máquina de compresión.

45 Los documentos de patentes 4, 5 y 6 describen diversos métodos para ajustarse a ángulos de plegado establecidos en un procedimiento de plegado usando una plegadora.

Las invenciones descritas en los documentos de patentes 1 a 3 y similares están dirigidas a controlar la fuerza de sujeción de formas previas basándose en características del material, información peculiar para una máquina e información del molde metálico. Sin embargo, como las características de lubricación, especialmente con moldes metálicos, varían de un momento a otro por el efecto sinérgico de la fluctuación de las características del material y la fluctuación de las condiciones de la máquina y el molde, es muy difícil estimarlas por adelantado.

50 Las invenciones descritas en los documentos de patentes 4 a 6 están dirigidas a ajustar las condiciones de tratamiento según el estado de deformación durante el tratamiento de la pieza de trabajo en un procedimiento de plegado, pero es difícil medir la forma tridimensional complicada de forma inmediata en un embutido o corte. Adicionalmente, como el material es grapado con un molde metálico durante el embutido o corte, ha habido problemas muy difíciles para medir la forma del material de manera precisa.

El documento EP 0675419A describe un método para optimizar un estado de funcionamiento de una prensa, en el que una fuerza de sujeción óptima de formas previas es automáticamente ajustada ajustando un parámetro de control medible como la presión de un cilindro de aire hasta un valor óptimo. La presión óptima es automáticamente ajustada cuando ha sido cambiada la temperatura ambiente.

- 5 La presente invención ha sido preparada teniendo en cuenta los problemas anteriormente descritos, y el objeto de la invención es encontrar un método para realizar satisfactoriamente una conformación a presión mientras se compensa la desviación de diversas características del material y la fluctuación medioambiental durante el tratamiento.

Documento de patente 1: Solicitud de patente japonesa puesta a disposición pública nº Hei 7-266100.

- 10 Documento de patente 2: Solicitud de patente japonesa puesta a disposición pública nº Hei 5-285700.

Documento de patente 3: Solicitud de patente japonesa puesta a disposición pública nº Hei 6-246499.

Documento de patente 4: Solicitud de patente japonesa puesta a disposición pública nº Hei 7-265957.

Documento de patente 5: Solicitud de patente japonesa puesta a disposición pública nº Hei 10-128451.

Documento de patente 6: Solicitud de patente japonesa puesta a disposición pública nº Hei 7-300048.

## 15 **Sumario de la invención**

El dispositivo de conformación a presión y el método de la presente invención son para obtener un producto de moldeo por compresión satisfactorio grapando y controlando por ordenador al menos uno o más estados de tratamiento que son convencionalmente difíciles de estimar.

Esto se consigue con las características de las reivindicaciones.

## 20 **Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 es una vista que muestra una estructura en diagrama de un dispositivo de conformación por compresión de una realización;

la Fig. 2 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento de la conformación por compresión;

- 25 la Fig. 3 es una vista que muestra un ejemplo de una matriz de funciones de influencia que se refiere a características del material y condiciones de tratamiento estándar;

la Fig. 4 es una vista que muestra un ejemplo de una matriz de funciones de influencia que se refiere a variables de estado y condiciones de tratamiento corregidas;

la Fig. 5 es una vista que muestra un ejemplo de valores de referencia de características del material;

la Fig. 6 es una vista que muestra un ejemplo de condiciones estándar de tratamiento;

- 30 la Fig. 7 es una vista que muestra otro ejemplo de una matriz de funciones de influencia que se refiere a características del material y condiciones estándar de tratamiento;

la Fig. 8 es una vista que muestra un ejemplo de valores de referencia de variables de estado;

la Fig. 9 es una vista que muestra otro ejemplo de una matriz de funciones de influencia que se refiere a variables de estado y condiciones de tratamiento corregidas;

- 35 la Fig. 10 es una vista que muestra un ejemplo para adherir una etiqueta IC a un envase de palca de corte;

la Fig. 11 es una vista que muestra un ejemplo para adherir una etiqueta IC a una bobina de material;

la Fig. 12 es una vista que muestra un ejemplo para adherir un código de barras a un material de placa de corte; y

la Fig. 13 es una figura característica que muestra una relación entre la reacción a la perforación y la fuerza de sujeción de formas previas.

## 40 **Descripción detallada de realizaciones preferidas**

Primera realización

En lo sucesivo, se explicarán realizaciones preferidas de un dispositivo de conformación por compresión, un método de conformación por compresión, un programa de ordenador y un medio de almacenamiento de la presente invención haciendo referencia a los dibujos. La Fig. 1 muestra una estructura en diagrama de un dispositivo de

conformación por compresión de una realización a la que se aplica la presente invención.

Más concretamente, en un dispositivo 5 de conformación por compresión, "1" indica un punzón, "2" indica una matriz, "3" indica una sujeción de formas previas y "6" indica un dispositivo de molde metálico, "7" indica un detector de variables de estado (celda de carga) y aparte de estos, se proporciona un detector de variables de estado (un termopar), "10" indica un cilindro de aire, "11" indica un cilindro hidráulico y "12" indica un calentador.

"15" indica un lector de características del material que incluye un lector 9 de características del material (lector de etiquetas IC) y un lector 14 de características del material (controlador).

"13" indica un controlador hidráulico. "16" indica un dispositivo de detección de variables de estado. "17" indica un controlador de la fuerza de sujeción de formas previas.

"22" indica un ordenador de control, que incluye un dispositivo 18 de almacenamiento de características estándar el material y un dispositivo 19 de almacenamiento de variables de estado, un dispositivo 20 de almacenamiento de condiciones estándar de tratamiento y una unidad aritmética 21. El ordenador 22 de control de la presente realización está compuesto por un sistema de ordenador que incluye una CPU, una memoria RAM y una ROM y un controlador de las condiciones de procesamiento, unos medios de aportación de características de materiales, un detector de variables de estado, un ordenador de condiciones de tratamiento, unos medios de medición de características de materiales y similares de la presente realización que están programados por el sistema de ordenador.

Se explicará seguidamente un procedimiento de un método de conformación por compresión de la presente invención haciendo referencia a la Fig. 2. Un material metálico es leído por el lector 15 de características del material anteriormente descrito a partir de una etiqueta de IC (véanse las Figs. 10 y 199) o un código de barras (véase la Fig. 12) pegado en la superficie del material metálico en una fase de ser ajustado al dispositivo 5 de conformación a presión. La información de las características del material así leídas son aportadas por los medios de aportación de las características del material (etapa S201). En este caso, la características del material es de un tipo o una combinación de dos o más tipos de las siguientes características: grosor de la lámina, límite de elasticidad, límite elástico a 0,2%, resistencia a la tracción, alargamiento, índice n, índice r, coeficiente de la ecuación de relación de tensión-deformación, tabla que muestra cada valor puntual aproximado a la relación de resistencia-deformación con un gráfico lineal, dureza, temperatura, rugosidad superficial, coeficiente de rozamiento y grosor de la película lubricante, etc. para cada material.

Como un medio para aportar características de los materiales, las características de los materiales son directamente leídas en este caso para cada material a partir de un código de barras o una etiqueta de IC. Cuando la cantidad de datos es elevada, es factible también leer un número ID (identificación) a partir de un código de barras o una etiqueta IC y recibir los datos de valores reales correspondientes al número de identificación de un servidor a través de una red o aportar directamente a partir de una lámina de trituración, un disco flexible o similares unidos a partir de un fabricante de materiales para cada material enrollado al dispositivo de aportación de características de los materiales.

En general, cuando se realiza el tratamiento de compresión, como el material es cortado en un tamaño apropiado a partir, por ejemplo, de un material enrollado antes de que el material sea ajustado en una máquina de compresión, se proporciona un tratamiento con calor o tratamiento superficial en algunos casos, y a menudo es difícil obtener las características del material anteriormente descritas por adelantado.

Para este problema, es posible obtener información adicional precisa de las características del material midiendo directamente un tipo o una combinación de dos o más tipos entre las características del material anteriormente descritas o, más preferentemente, para una facilidad de la medición, un tipo o una combinación de dos tipos o más entre el grosor de la lámina, dureza, temperatura, coeficiente de rozamiento y grosor de la película lubricante, antes de que el material se ajuste a un dispositivo 5 de conformación por compresión o justo en el momento del ajuste.

Seguidamente, se corrigen los valores de inicio de las condiciones de tratamiento (etapas S202 y S203) basados en los valores leídos de las características del material y los valores de referencia de las características del material para el material almacenado en el dispositivo 18 de almacenamiento de las características de referencia del material, por adelantado. En este caso, las condiciones de tratamiento es un tipo o una combinación de dos o más tipos entre la velocidad de conformación, fuerza de sujeción de la muestra en blando y temperatura de moldeo.

Seguidamente se mostrará un método concreto de corrección de unas condiciones de tratamiento. Los valores de las características del material para las respectivas características del material se toman respectivamente como  $P(j)$  ( $j = 1-M$ ; en que  $M$  es el número de valores de características del material), los valores de referencia para las respectivas características del material se toman como  $PO(j)$  ( $j = 1-M$ ). Los valores de inicio para las respectivas condiciones de tratamiento estándar anteriormente descritas se toman respectivamente como  $CO(i)$  ( $i = 1-L$ , en que  $L$  es el número de valores ajustados de condiciones de tratamiento). Una matriz de funciones de influencia que indica la relación entre la desviación de las características del material de un material a partir de su valor de referencia y la cantidad de corrección de las condiciones de tratamiento se toma como  $T1(i, j)$  y el valor de inicio de las condiciones de tratamiento es corregido con la siguiente ecuación (1).

CO(i) (después de corregir) = CO(i) (valor de inicio) x (1+Σ (T1(ij) x (P(j)/PO(j)-1)) (i = 1-L, j = 1-M)... (1)

El valor de ajuste CO(j) de las condiciones estándar de tratamiento puede ser un valor fijo durante la conformación, y cuando es alterado durante la conformación, por ejemplo, se puede proporcionar un valor de ajuste a cada cantidad de recorrido por perforación. Un ejemplo de formación de la matriz T1 de funciones de influencia se muestra en la Fig. 3. Cuando el grosor de la lámina es, por ejemplo, mayor que el valor de referencia en un 1 %, la función de T1 corresponde a que la velocidad de conformación y la fuerza de sujeción de la forma previa se aumenten en 0,2% y 0,4%, respectivamente, y no haya ningún cambio para la temperatura del molde metálico, usando la ecuación (1).

Cada componente de la matriz de funciones de influencia puede ser determinado a partir de los siguientes métodos: un método para determinar a partir del cambio (análisis de la sensibilidad) de las condiciones óptimas de conformación respecto al cambio de diversas características de los materiales usando una simulación de conformación mediante un método de elementos finitos; un método para determinar estadísticamente a partir de una relación entre la variación de las características de los materiales y las condiciones de tratamiento, la calidad del producto (grietas, rugosidades, recuperación parcial, deformaciones superficiales y similares) en un procedimiento real de compresión para producción en masa; un método para aportar valores de mediciones reales sobre la calidad del producto en el dispositivo de conformación a presión como datos de instrucción y preparar una actualización usando, por ejemplo, una función de aprendizaje mediante una red neural, o similares. Debe apreciarse que la formación de los valores de las características de los materiales y las condiciones de tratamiento o método de formulación no están limitados a los que anteceden, y es aceptable también un ajuste arbitrario.

Seguidamente, basada en las condiciones iniciales de tratamiento, usando el controlador de la fuerza de sujeción de formas previas, un controlador de la velocidad de conformación y un controlador de la temperatura del molde metálico, se aplica una carga sobre la sujeción de formas previas, y se hace descender un molde metálico superior y se comienza la conformación (etapa S204). Debe apreciarse que los controladores no están limitados a estos otros medios de control únicos o una combinación de medios múltiples, y pueden ser adoptados en cualquier forma arbitraria.

Durante el tratamiento, usando el dispositivo 16 de detección de variables de estado, es medida al menos una variable de estado entre la reacción a la perforación, temperatura del molde metálico, cantidad de distorsión del molde metálico, cantidad de deformación de la pieza de trabajo, temperatura de la pieza de trabajo y similares, y las condiciones de tratamiento con corregidas de un momento a otro mediante un ordenador para las condiciones de tratamiento (etapas S205 a S208).

Concretamente, las condiciones de tratamiento son corregidas de un momento a otro según la siguiente ecuación (2):

$$C(i) = CO(i) \times (1 + \sum (Ts(i, k) \times (S(k)/SO(k)-1)) \quad (i = 1-L, k = 1-N) \dots (2)$$

en la que la variable de estado es S(k) (k = 1-N; en que N es el número de la variable de estado), la variable de estado de referencia almacenada en el dispositivo de almacenamiento de variables de estado de referencia es SO(k) (k = 1-N), los valores de corrección para las respectivas condiciones de tratamiento son C(i) (i = 1-L), indicando la matriz de funciones de influencia una relación entre la desviación de cada variable de estado medida respecto a su valor de referencia y la cantidad de corrección de las condiciones de tratamiento es T2 (i, k) (i = 1-L, k = 1-N).

Un ejemplo de formación de la matriz %2 de funciones de influencia se muestra en la Fig. 4. Cuando la reacción a la perforación es, por ejemplo, mayor que el valor de referencia en un 1 %, la función de la matriz T2 de funciones de influencia se corresponde con eso; usando la ecuación (2) anteriormente descrita, la velocidad de conformación y fuerza sujeción de formas previas son disminuidas en 1 % y 0,5%, respectivamente, y no hay ningún cambio para la temperatura del molde metálico. Se ha conocido que cada componente de la matriz T2 de funciones de influencia puede ser determinado a partir de un método para determinar a partir del cambio (análisis de sensibilidad) de las condiciones óptimas de conformación respecto al cambio de diversas características del material usando una simulación de conformación mediante un método de elementos finitos, análogamente a la matriz T1 de funciones de influencia anteriormente descrita.

Adicionalmente, hay un método para determinar estadísticamente a partir de una relación entre la variación de las variables de estado y las condiciones de tratamiento, calidad del producto (grietas, rugosidades, recuperación parcial, deformaciones superficiales y similares) en un procedimiento real de compresión para una producción en masa, y preparar y actualizar un método para aportar un valor real de la medición sobre la calidad del producto en el dispositivo de conformación por compresión como datos de instrucción usando, por ejemplo, una función de aprendizaje mediante una red neural, o similar. Debe apreciarse que la formación de la variable de estado o método de formulación no está limitada a lo que antecede, y se puede adoptar también un ajuste arbitrario.

En este caso, se explica un método para corregir las condiciones de conformación basado en tres conjuntos de información sobre las características del material medidas justo antes de la conformación por compresión, y la variable de estado durante la conformación. Es insuficiente corregir las condiciones de conformación basándose solamente en un conjunto de información de los tres conjuntos de información anteriormente descritos, por lo tanto, es deseable basarse en al menos dos o más conjuntos de información para realizar un control altamente fiable.

Como es imposible evitar la influencia de una perturbación, es difícil predecir por adelantado un estado como la lubricación durante la conformación o similar, con solo un conjunto de información de características del material aportado por adelantado o características del material medidas justo antes de la conformación por compresión. Además, hay un problema en cuanto que es imposible separar la influencia debida a desviaciones de las características del material con solo la variable de estado durante la conformación. Esto es porque no puede ser obtenido satisfactoriamente el efecto de reducción de las desviaciones de las características del material o las desviaciones de la calidad del producto provocadas por la perturbación durante la conformación.

#### Realización

Como una realización de la presente invención, se prepara un dispositivo de conformación por compresión mostrado en la Fig. 1 y se realiza la conformación por compresión usando una placa de acero delgada. En cuanto a las características del material, el grosor y dureza de la lámina son medidas para cada forma previa, y se usan las propiedades mecánicas típicas proporcionadas por un fabricante del material para cada bobina en cuanto al límite de elasticidad, límite elástico a 0,2%, resistencia a la tracción y alargamiento total y son aportadas a los medios de aportación de características del material para cada forma previa, respectivamente. Como una variable de estado durante la conformación, se verifica la reacción a la perforación usando un acelerómetro, se verifica la temperatura del molde metálico usando un termopar y se controlan la velocidad de conformación y fuerza de sujeción de formas previas basándose en las ecuaciones (1) y (2).

En los procedimientos anteriormente descritos, se usan 4 puntos del grosor de la lámina, límite de elasticidad, alargamiento total y dureza usados como el valor de las características del material  $P(j)$  ( $j = 1-5$ ), dos puntos de la velocidad de conformación y fuerza de sujeción de formas previas como las condiciones de tratamiento  $C(i)$  ( $i = 1-2$ ) y se usan  $N$  puntos de reacción a la perforación (punto  $N-1$ ) para cada recorrido por perforación y la temperatura del molde metálico como la variable de estado  $S(k)$  ( $k = 1-N$ ).

Como una materia prima, se usó una forma previa de "150 mm" estampada de la misma bobina de enrollamiento en frío para una embutición profunda que tenía un grosor medio de 1,2 mm y una anchura de 1000 mm para realizar una embutición de una taza cuadrada de "50 mm" con una altura de conformación de "40 mm". Las propiedades mecánicas típicas y los valores de referencia de la bobina se muestran en la Fig. 5.

Las condiciones de tratamiento estándar para las características típicas de este material se muestran en la Fig. 6. Seguidamente, basándose en el valor de medición real para el grosor de la lámina y las propiedades mecánicas típicas de la bobina aportada para cada lámina de formas previas, se realiza en inicio de las condiciones de tratamiento usando la matriz T1 de funciones de influencia mostrada por la ecuación (1) y en la Fig. 7 y se comienza la conformación.

Durante el tratamiento, se realiza la conformación sin cambiar el inicio durante la conformación en el ejemplo 1, que no es parte de la presente invención, dicho de otro modo, las condiciones de la conformación son ajustadas basadas en las características del material aportadas por adelantado y las características del material medidas antes de la conformación, y la conformación se realiza sin usar una variable de estado durante la conformación, y la velocidad de la conformación y la fuerza de sujeción de la muestra en blando se ajustan para que sean constantes.

En el ejemplo 2 de la presente invención, la reacción a la perforación y la temperatura del molde metálico se miden para cada recorrido de 10 mm hasta el recorrido por perforación máxima (= altura de conformación 40 mm), tomando la reacción a la perforación y la temperatura del metal en el momento de obtener un buen producto bajo las mismas condiciones de tratamiento mediante una compresión de prueba por adelantado como valores de referencia de la variable de estado mostrado en la Fig. 8, usando la función de influencias T2 mostrada en la Fig. 9, y la velocidad de conformación y la fuerza de sujeción de formas previas son ajustadas con la ecuación (2). Dicho de otro modo, las condiciones de la compresión son controladas usando las características del material aportadas por adelantado, las características del material medidas antes de la conformación y la variable de estado durante la conformación.

En el ejemplo 3 de la presente invención, usando el valor medido de solamente el grosor y la dureza de la lámina para cada lámina de forma previa, sin usar características del material como el límite de elasticidad o el límite elástico a 0,2%, resistencia a la tracción y alargamiento total, la reacción a la perforación y la temperatura del molde metálicos son medidas para cada recorrido de 10 mm hasta el recorrido por perforación máxima (= altura de conformación 40 mm) análogamente a la manera de la realización 2. tomando la reacción a la perforación y la temperatura del metal en el momento de obtener un buen producto bajo las mismas condiciones de tratamiento mediante una compresión de prueba por adelantado como valores de referencia de la variable de estado mostrada en la Fig. 8, usando la función de influencia T2 mostrada y en la Fig. 9, y la velocidad de conformación y la fuerza de sujeción de formas previas se ajustan con la ecuación (2). Dicho de otro modo, las condiciones de la compresión son controladas usando las características del material medidas antes de la conformación y la variable de estado durante la conformación.

En el ejemplo 4 de la presente invención, usando solamente las características del material aportadas por adelantado: límite de elasticidad o límite elástico a 0,2%, resistencia a la tracción y alargamiento total, análogamente a la realización 2, se miden la reacción a la perforación y la temperatura del molde metálico para cada recorrido de

10 mm hasta el recorrido por perforación máxima (= altura de conformación 40 mm), tomando la reacción a la perforación y la temperatura del metal en el momento de obtener un buen producto bajo las mismas condiciones de tratamiento, mediante una compresión de prueba por adelantado, como valores de referencia de la variable de estado mostrada en la Fig. 8 usando la función de influencia T 2 mostrada en la Fig. 9, y la velocidad de conformación y la fuerza de sujeción de formas previas son ajustadas con la ecuación (2). Dicho de otro modo, las condiciones de la compresión son controladas usando las características del material aportadas por adelantado y la variable de estado durante la conformación.

Como un ejemplo de comparación, usando la velocidad de conformación y la fuerza de sujeción de formas previas sin cambiar las condiciones de tratamiento para las características del material de referencia, se realiza la conformación sin corregir las condiciones de tratamiento de referencia durante la conformación.

El experimento de conformación anteriormente descrito se lleva a cabo punzando 1000 piezas en total de formas previas de la misma bobina, y se comparan los porcentajes de defectos debidos a la aparición de grietas y rugosidades.

Desviación típica del grosor de la lámina: 5 µm

15 Detección de porcentajes:

Ejemplo 1	0,9%
Ejemplo 2	0,1%
Ejemplo 3	0,5%
Ejemplo	0,5%

20 Ejemplo comparativo 1,2%

El porcentaje de defectos cambiando el inicio de las condiciones de tratamiento según la desviación del grosor de la lámina, y el porcentaje de defectos es adicionalmente reducido ajustando las condiciones de tratamiento según la reacción a la perforación y la temperatura del molde metálico durante la conformación.

25 La Fig. 10 muestra un ejemplo de un envase 100 de placa de corte suministrado a partir de un centro de tratamiento de bobinas, al que se adhiere una etiqueta IC 101. La información como la "resistencia a la tracción", resistencia para el rendimiento o límite elástico a 0,2%, "alargamiento total", "grosor de la lámina", "fecha de producción" y similares son almacenados en la etiqueta IC 101. La información es leída con el lector 9 de características del material (lector de la etiqueta IC), y es transmitida al dispositivo informático 21, evitando así el trabajo que de lo contrario se realizaría si los datos se aportaran manualmente.

30 La Fig. 11 muestra un ejemplo para adherir una etiqueta IC 111 a una bobina 110 de material. También, en el caso de este ejemplo, la información como la "resistencia a la tracción", "resistencia del rendimiento o límite elástico a 0,2%", "alargamiento total", "grosor de la lámina", "fecha de producción" y similares se almacena en la etiqueta 111 IC. Por lo tanto, resulta posible guardar el trabajo para aportar manualmente las características del material cuando la bobina 110 del material es comprimida.

35 La Fig. 12 muestra un ejemplo para adherir un código de barras 121 a un material 120 de placa de corte. Se exhibe información que muestra un número de lote del producto en el código de barras 121. Leyendo la información con un lector de código de barras en el lector de características del material, se puede obtener información relativa al correspondiente material a partir, por ejemplo, de un ordenador servidor en una red.

40 Seguidamente se explica un ejemplo en el caso de realizar la conformación a presión con referencia a la Fig. 13. En la Fig. 13, se expresan reacciones a la perforación y fuerzas de sujeción de formas previas a lo largo del eje vertical, y el número de veces de conformación se expresa a lo largo del eje horizontal. En la Fig. 13, un rombo negro indica una reacción a la perforación durante una vez para la conformación.

45 En este ejemplo, el valor máximo de la reacción a la perforación es capturado y almacenado en un ordenador para cada vez de conformación. Además, se calcula la media en movimiento de los valores máximos de la reacción a la perforación y se muestra un ejemplo de controlar para cambiar la fuerza de sujeción de formas previas cuando el valor máximo de la reacción a la perforación sobrepasa un valor establecido (en un ejemplo de la Fig. 13, 50 toneladas ± 10 toneladas).

50 Como consecuencia, como se muestra en la Fig. 13, como el valor medio en movimiento de 10 puntos sobrepasa un intervalo permisible, se lleva a cabo la conformación bajo una fuerza reducida de sujeción de formas previas durante quince veces. Como consecuencia, el valor máximo de la reacción a la perforación puede ser mantenido dentro del valor establecido y se puede conseguir la conformación de un número establecido de láminas sin la aparición de una lámina defectuosa.

5 Debe apreciarse que en la explicación anterior, un ejemplo, se toma en el que el valor máximo de la reacción a la perforación durante el tratamiento en un ordenador para cada vez que se muestra una conformación, pero debe ser tomado para cada vez establecida. Además de ello, en el ejemplo en la Fig. 13, se muestra un ejemplo en el que la fuerza de sujeción de formas previas es reducida a partir de las quince veces porque la media en movimiento de 10 puntos sobrepasa un intervalo permisible, sin embargo, por el contrario, la fuerza de sujeción de formas previas puede ser aumentada cuando el valor medio en movimiento se sitúa en un valor más corto del intervalo permisible.

10 En la explicación anterior, la fuerza de sujeción de formas previas es ajustada usando el historial de los valores máximos de la reacción a la perforación. Sin embargo, la presente invención no está limitada a esto, y es adoptable también ajustar otras condiciones del tratamiento, por ejemplo, la velocidad de conformación o similares, usando un historial de otras variables de estado, por ejemplo, la temperatura del molde metálico, la cantidad de distorsión del molde metálico o similares.

#### Otras realizaciones

15 Como se explicó anteriormente, el ordenador 22 de control incluye una CPU o MPU del ordenador, RAM, ROM, RAM y similares, y un método de conformación por compresión de la presente realización se lleva a cabo haciendo funcionar un programa almacenado en la memoria RAM, ROM o similar anteriormente descrita.

20 Consecuentemente, el programa en sí mismo lleva a cabo la función de la realización anteriormente descrita, que constituye la presente invención. Como un medio de transmisión del programa, se puede usar un medio de comunicación (circuito de alambres como fibra óptica o circuito inalámbrico o similar) en un sistema de trabajo de red de ordenadores (LAN, WAN como internet, red de comunicación inalámbrica o similar) para propagar y suministrar información del programa en forma de una onda portadora.

Además, forma parte de la presente invención un medio que suministra el programa anteriormente descrito a un ordenador, por ejemplo, un medio de almacenamiento que almacena este programa. Como tal medio de almacenamiento, por ejemplo, se puede usar un disco flexible, disco duro, disco óptico, disco magneto-óptico, CD-ROM, cinta magnética, tarjeta de memoria no volátil, ROM o similar.

25 Las presentes realizaciones deben ser consideradas en todos sus aspectos como ilustrativas, y todos los cambios que entren dentro del alcance de las reivindicaciones, por tanto, está previsto que estén abarcadas por las mismas.

#### **Aplicación industrial**

30 Según la presente invención, es posible obtener condiciones apropiadas de tratamiento que evitan la influencia debida a factores de desviación impredecibles como variaciones en las características del material, cambio medioambiental, lubricidad entre molde metálico y pieza de trabajo, propiedad superficial y similar, y es posible obtener siempre un producto favorable.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de conformación a presión usando un dispositivo de conformación a presión que tiene un punzón (1), una matriz (2) y una sujeción (3) de formas previas y conformar a presión un material según un estado de conformación establecido, que comprende las etapas de:

5 medir durante la conformación de dicho material, de un momento a otro, N variables de estado que incluyen al menos una variable de estado entre las variables de estado de reacción a la perforación, temperatura del molde metálico, cantidad de distorsión del molde metálico, cantidad de deformación de la pieza de trabajo o temperatura de la pieza de trabajo, en que N es un número entero de 2 o más;

caracterizado porque el método comprende adicionalmente las etapas de:

10 controlar por ordenador, de un momento a otro, L condiciones de tratamiento que incluyen al menos una condición de tratamiento entre las condiciones de tratamiento de velocidad de conformación, fuerza de sujeción de la forma previa o temperatura del molde metálico, usando una ecuación que incluye una matriz de funciones de influencias que indica una relación entre una desviación de cada variable de estado medida durante la conformación respecto a su valor de referencia y una cantidad de corrección de la condición de tratamiento, en que L es un número entero de dos o más; y

controlar al menos una o más condiciones de tratamiento entre las condiciones de tratamiento que incluyen la velocidad de desplazamiento de un punzón o matriz, la temperatura del molde metálico o la fuerza de sujeción de formas previas, basados en las condiciones de tratamiento tratados por ordenador mediante la etapa de control por ordenador de las condiciones de tratamiento.

20 2. El método según la reivindicación 1, en el que dicha ecuación es:

$$C(i) = CO(i) \times \{1 + \sum (T2(i,k) \times (S(k)/SO(k) - 1))\}$$

en la cual

S(k) (k = 1~N) es una variable de estado k-ésima

C(i) (i = 1~L) es una condición de tratamiento i-ésima,

25 SO(k) es un valor de referencia de la variable de estado k-ésima,

CO(i) es un valor de inicio del estado de tratamiento i-ésimo, y

T2(i,k) es una matriz de funciones de influencias de N x L valores, indicando el valor k-ésimo x i-ésimo una relación entre una desviación de la variable de estado S(k) k-ésima medida respecto a su valor de referencia SO(k) y una cantidad de corrección de a condición tratamiento i-ésima.

30 3. Un dispositivo de conformación a presión que tiene un punzón (1), una matriz (2) y una sujeción (3) de formas previas, y que conforma a presión un material según un estado de conformación establecido, que comprende:

un detector (16) de variables de estado para medir durante la conformación de dicho material de un momento a otro, N variables de estado que incluyen al menos una variable de estado entre las variables de estado de reacción a la perforación, temperatura del molde metálico, cantidad de distorsión del molde metálico, cantidad de deformación de la pieza de trabajo o temperatura de la pieza de trabajo, en que N es un número entero de 2 o más;

35 un ordenador de condiciones de tratamiento caracterizado porque dicho ordenador de condiciones del tratamiento controla, de un momento a otro, L condiciones de tratamiento que incluyen al menos una condición de tratamiento entre las condiciones de tratamiento de velocidad de conformación, fuerza de sujeción de la forma previa o temperatura del molde metálico, usando una ecuación que incluye una matriz de funciones de influencias que indica una relación entre una desviación de cada variable de estado medida respecto a su valor de referencia y una cantidad de corrección de la condición de tratamiento, en que L es un número entero de dos o más; y

40 un controlador de condiciones de tratamiento para controlar al menos una o más condiciones del tratamiento entre las condiciones del tratamiento que incluyen la velocidad de desplazamiento de un punzón o matriz, la temperatura del molde metálico o la fuerza de sujeción de formas previas basadas en las condiciones de tratamiento tratados por ordenador mediante el ordenador de condiciones del tratamiento.

45

4. El dispositivo según la reivindicación 3, en el que dicha ecuación es

$$C(i) = CO(i) \times \{1 + \sum (T2(i,k) \times (S(k)/SO(k) - 1))\}$$

en la cual

S(k) (k = 1~N) es una variable de estado k-ésima

$C(i)$  ( $i = 1 \sim L$ ) es una condición de tratamiento  $i$ -ésima,

$SO(k)$  es un valor de referencia de la variable de estado  $k$ -ésima,

$CO(i)$  es un valor de inicio del estado de tratamiento  $i$ -ésimo, y

5  $T2(i,k)$  es una matriz de funciones de influencias de  $N \times L$  valores, indicando el valor  $k$ -ésimo  $\times$   $i$ -ésimo una relación entre una desviación de la variable de estado  $S(k)$   $k$ -ésima medida respecto a su valor de referencia  $SO(k)$  y una cantidad de corrección de a condición tratamiento  $i$ -ésima.

5. Un producto de programa de ordenador para ser usado en un ordenador de un dispositivo de conformación a presión que tiene un punzón (1), una matriz (2) y una sujeción (3) de formas previas, caracterizado porque cuando es ejecutado, provoca que el ordenador realice un método de conformación a presión según la reivindicación 1 ó 2.

10 6. Un medio de registro legible por ordenador, en el que se registra un producto de programa de ordenador, caracterizado porque dicho producto de programa de ordenador está adaptado, cuando se ejecuta en un ordenador de un dispositivo de conformación a presión que tiene un punzón (1), una matriz (2) y una sujeción (3) de formas previas, para provocar que el ordenador realice un método de conformación a presión según la reivindicación 1 ó 2.

FIG. 1

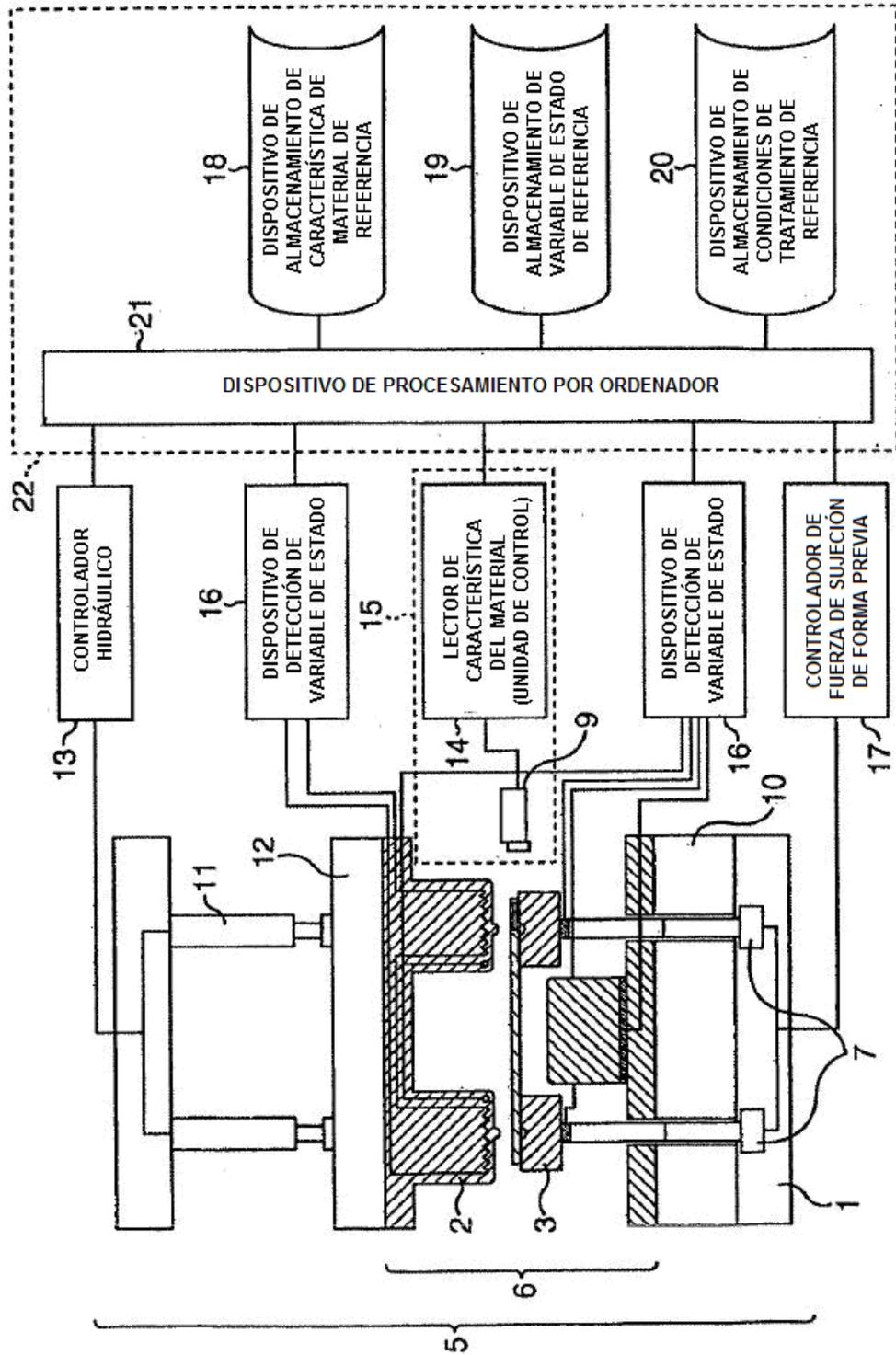


FIG. 2

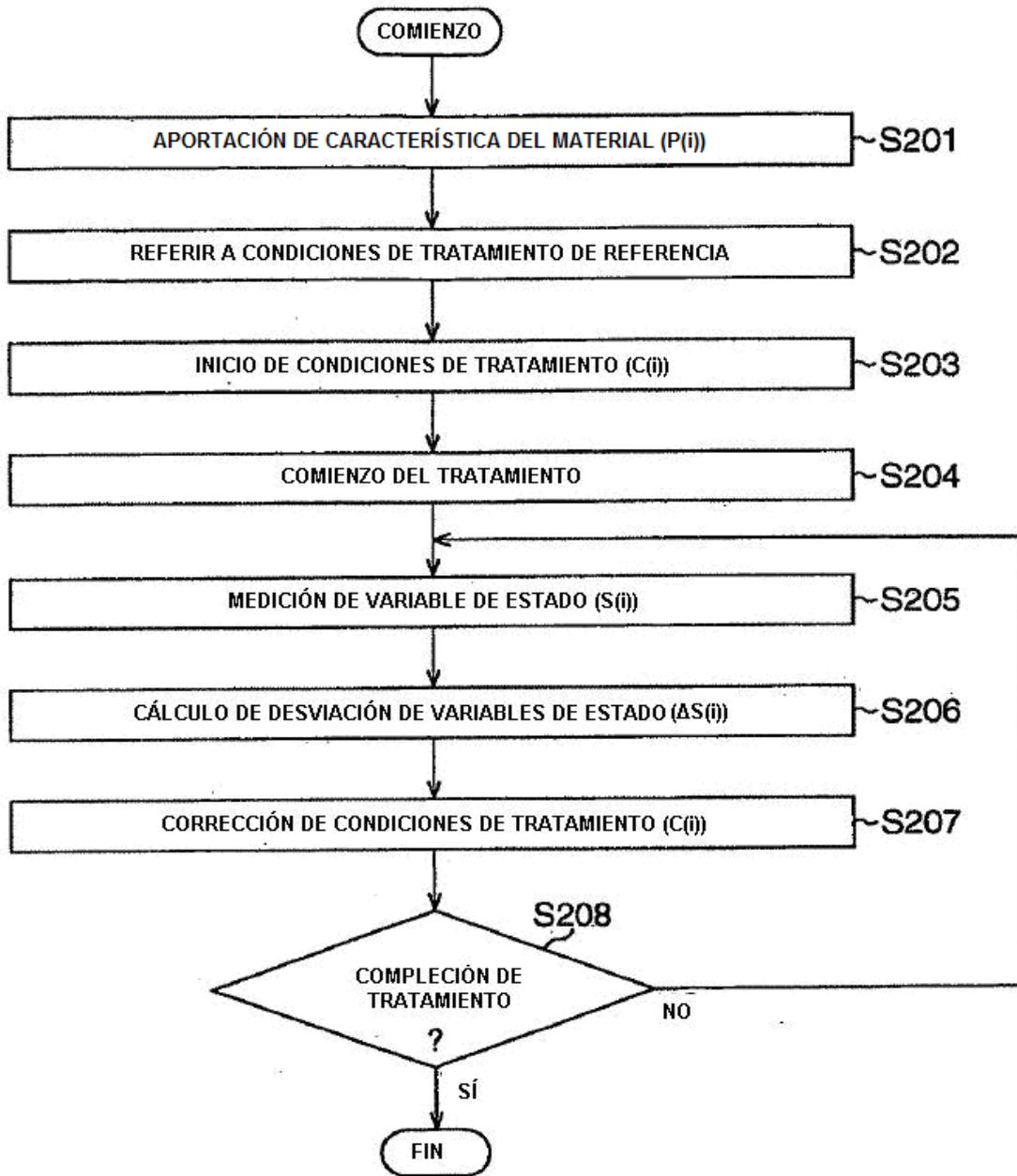


FIG. 3

		VALOR DE CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (P)												
		GROSOR LÁMINA	LÍMITE ELASTICIDAD	RESISTENCIA TRACCIÓN	ALARGAMIENTO	ÍNDICE n	ÍNDICE r	COEFICIENTE PLASTICIDAD	DUREZA	TEMPERATURA	RUGOSIDAD	COEFICIENTE DE ROZAMIENTO	GROSOR PELÍCULA LUBRICANTE	---
VALOR DE INICIO DE CONDICIONES DE CONFORMACIÓN (CO)	VELOCIDAD CONFORMACIÓN	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,2	-0,1	-0,2	-0,5	0,5	** ;
	FUERZA SUJECCIÓN FORMA PREVIA	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	0,4	0,6	0,4	-0,2	-0,4	-1,0	1,0	** ;
	TEMPERATURA MOLDE METALICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	** ;
	*****	** ;	** ;	** ;	** ;	** ;	** ;	** ;	** ;	** ;	** ;	** ;	** ;	** ;

FIG. 4

		VARIABLE DE ESTADO (S)										
		REACCIÓN A PERFORACIÓN	TEMPERATURA MOLDE METÁLICO	DISTORSIÓN MOLDE MET. Nº 1	DISTORSIÓN MOLDE MET. Nº 2	DISTORSIÓN MOLDE MET. Nº 3	DESPLAZA- MIENTO Nº 1	DESPLAZA- MIENTO Nº 2	DESPLAZA- MIENTO Nº 3	TEMPERATURA MATERIAL	-----	
CANTIDAD DE CORRECCION CONDICIONES DE CONFORMACION (C)	VELOCIDAD	-1,0	-0,5	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,5	**
	CONFORMACION											**
	FUERZA SUJ. F. PREVIA	-1,0	-0,5	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,5	**
	TEMPERATURA MOLDE METÁLICO	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	**
	-----	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

**FIG. 5**

	p(1) (GROSOR LÁMINA/mm)	P(2) (RESISTENCIA PRODUCCIÓN/MPa)	P(3) (RESISTENCIA A LA TRACCIÓN/MPa)	P(4) ALARGAMIENTO TOTAL(%)	p(5) (DUREZA/Hv)
PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS DE LA BOBINA	1,175~1,225	145	285	43	145
VALOR DE REFERENCIA	1,200	140	280	42	140

**FIG. 6**

CONDICIONES ESTÁNDAR DE TRATAMIENTO	VALOR
CO (1) (VELOCIDAD DE CONFORMACIÓN)	50 mm/s
CO (2) (FUERZA DE SUJECIÓN DE FORMA PREVIA)	50 kN

**FIG. 7**

	p(1) (GROSOR LÁMINA)	P(2) (LÍMITE ELASTICIDAD)	P(3) (RESISTENCIA A LA TRACCIÓN)	P(4) ALARGAMIENTO TOTAL)	p(5) (DUREZA)
CO (1) (VELOCIDAD DE CONFORMACIÓN)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2
CO (2) (FUERZA DE SUJECIÓN FORMA PREVIA)	0,4	0,4	0,6	0,8	0,4

**FIG. 8**

	REACCIÓN A LA LA PERFORACIÓN S(1) 10 mm	REACCIÓN A LA PERFORACIÓN S(2) 20 mm	REACCIÓN A LA PERFORACIÓN S(3) 30 mm	TEMPERATURA DEL MOLDE METÁLICO S(4) (AL COMIENZO DE LA CONFORMACIÓN) 30°C
VALOR DE REFERENCIA	20 kN	40 kN	65 kN	

**FIG. 9**

	REACCIÓN A LA REACCIÓN A LA PERFORACIÓN S(1) 10 mm S(1)	REACCIÓN A LA REACCIÓN A LA PERFORACIÓN 10 mm S(1)	REACCIÓN A LA REACCIÓN A LA PERFORACIÓN 10 mm S(1)	TEMPERATURA DEL MOLDE METÁLICO S(4) (AL COMIENZO DE LA CONFORMACIÓN)
C(1) (VELOCIDAD DE CONFORMACIÓN)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5
C(2) (FUERZA DE SUJECIÓN DE FORMA PREVIA)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5

FIG. 10

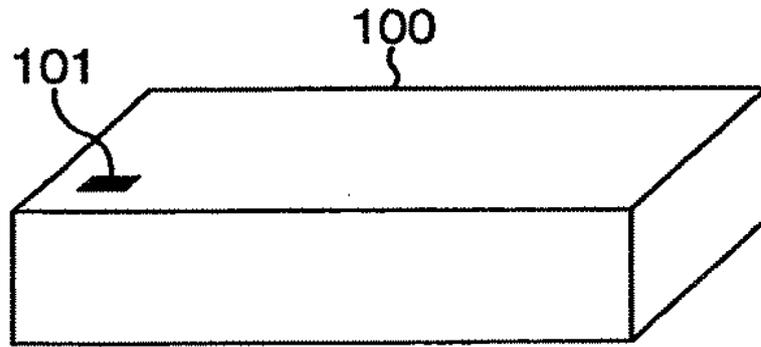


FIG. 11

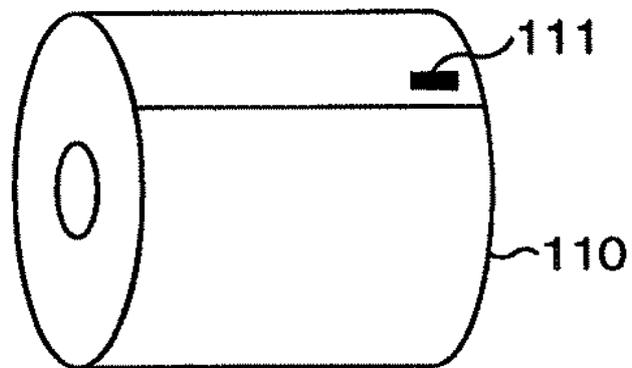


FIG. 12

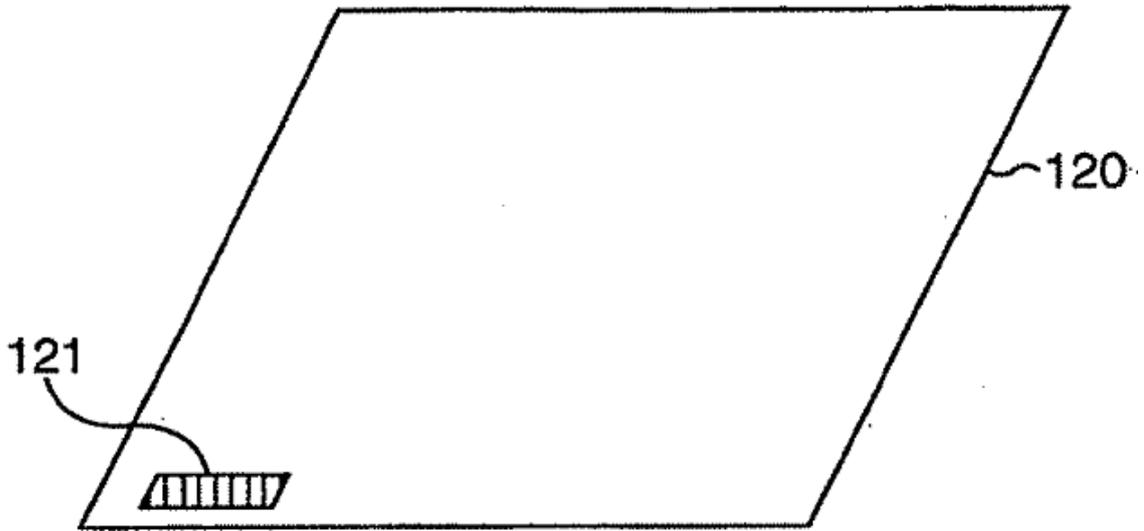


FIG. 13

