

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 883 149**

51 Int. Cl.:

**C23G 1/08** (2006.01)

**C23G 3/02** (2006.01)

**B21B 45/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2017 PCT/JP2017/012951**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.10.2017 WO17170714**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2017 E 17775248 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.07.2021 EP 3444381**

54 Título: **Aparato para retirar líquido y método para retirar líquido**

30 Prioridad:

**29.03.2016 JP 2016066122**

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

**07.12.2021**

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)  
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku  
Tokyo, JP**

72 Inventor/es:

**TAYA, TAKAO;  
KATO, HIROYUKI;  
KIYOSUE, TAKANORI y  
YAMADA, YOSHIHIRO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 883 149 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

Aparato para retirar líquido y método para retirar líquido

## 5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un método para retirar líquido que retira el líquido adherido a la superficie de un elemento de tipo lámina.

Antecedentes de la técnica

10 En la superficie de una lámina de acero después de un proceso de laminado en caliente se forma una película de óxido llamada costra de oxidación. Puesto que la costra de oxidación produce un defecto o un tipo de imperfección en la lámina de acero, resulta necesario llevar a cabo un decapado de la lámina de acero con ácido clorhídrico, ácido sulfúrico o un ácido de ese tipo. En una línea de decapado continuo convencional, una lámina de acero en forma de bobina es desenrollada mediante una desenrolladora y sometida a nivelación mediante una niveladora, el extremo trasero de una lámina de acero precedente y el extremo delantero de una lámina de acero siguiente se sueldan para proporcionar una lámina de acero continua, y acto seguido la lámina de acero se hace pasar a través de un baño de decapado para retirar la costra de oxidación de su superficie utilizando una disolución. El ácido o el agua adheridos a la superficie de la lámina de acero de la que se ha retirado la costra de oxidación en el baño de decapado se retiran en un baño de lavado, la lámina de acero se seca entonces en una secadora, y a continuación se enrolla para adoptar de nuevo una forma bobinada.

20 Convencionalmente, con el fin de retirar ácido, agua o líquidos de ese tipo adheridos a una lámina de acero, se ha utilizado una pareja de rodillos escurridores que están instalados en un baño de lavado y que retiran líquido en la lámina de acero que pasa a su través, y una secadora que sopla, mediante aire caliente, el líquido que permanece en la superficie de la lámina de acero que ha pasado a través de los rodillos escurridores para conseguir el secado. El rodillo escurridor, cuya superficie está hecha de una capa de caucho liso, estruja el líquido adherido a la superficie de la lámina de acero al ser presionado contra la lámina de acero.

25 En ese momento, si existe un hueco entre los rodillos escurridores y ambos extremos de la lámina de acero, se acumula líquido en el hueco y el líquido permanece en forma de franja en superficies de ambos extremos de la lámina de acero que han pasado a través de los rodillos escurridores. Además, si los rodillos escurridores se utilizan durante un periodo de tiempo largo, se desgastan porciones correspondientes a ambos extremos de la lámina de acero provocando la aparición de un espacio en el que los rodillos escurridores no entran en contacto con la lámina de acero, lo que aumenta el intervalo en el que el líquido permanece sobre la superficie de la lámina de acero. Si como consecuencia de ello permanece algo de líquido en la superficie de la lámina de acero que ha pasado a través de los rodillos escurridores, el líquido no podrá ser soplado en la medida suficiente por parte de la secadora.

30 Por todo ello, se ha propuesto una tecnología para instalar dispositivos de drenaje de líquido entre los rodillos escurridores y la secadora y la retirada de líquido que permanece después de que la lámina pase a través de los rodillos escurridores. Por ejemplo, la referencia 1 de la Biografía de Patentes describe un método de retirada de líquido que incluye una pareja de rodillos de drenaje de líquido que retiran, mediante una prensa, el líquido adherido a las superficies superior e inferior de una tira de acero, y una boquilla que eyecta un chorro de gas a un hueco formado entre los rodillos de drenaje de líquido y un extremo de la tira de acero, con una determinada velocidad de flujo, desde el centro de la tira de acero hacia el extremo de la tira de acero. Las referencias 2 y 3 de la Biografía de Patentes describen métodos adicionales para retirar líquidos de decapado de una lámina de acero.

Lista de Referencias Bibliográficas

Bibliografía de Patentes

50 Biografía de Patentes 1: JP H6-65766A  
Biografía de Patentes 2: JP 2008-023561 A  
Biografía de Patentes 3: JP 2002-294478 A

Sumario de la Invención

55 Problema técnico

Sin embargo, existe un problema en cuanto a que, incluso si se utiliza el método de retirada de líquido descrito en la referencia 1 de la Biografía de Patentes, resulta necesario proporcionar tanto los rodillos escurridores como la secadora, lo que aumenta el coste de mantenimiento del equipo.

60 Por lo tanto, en vista del problema mencionado, un propósito de la presente invención es proporcionar un dispositivo novedoso y mejorado de retirada de líquido y un método de retirada de líquido que utilice éste, que sean capaces de retirar líquido en una lámina de acero sin utilizar ni rodillos escurridores ni una secadora.

65

## Solución al problema

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, con el fin de conseguir el propósito antes mencionado, se proporciona un dispositivo de retirada de líquido que retira líquido adherido a una superficie de un elemento de tipo lámina que es transportado, en donde el dispositivo de retirada de líquido incluye: una boquilla de ranura que eyecta un chorro de gas hacia la superficie del elemento de tipo lámina; y un dispositivo de medida de hueco que mide un hueco entre un puerto de eyección de la boquilla de ranura y el elemento de tipo lámina. La boquilla de ranura está instalada de tal manera que eyecta un chorro de gas desde un lado aguas abajo hacia un lado aguas arriba en una dirección de movimiento del elemento de tipo lámina que se desplaza en relación a la boquilla de ranura. La boquilla de ranura cumple las siguientes ecuaciones relacionales:

[Mat 1]

$$P_n \geq 2.0 \times 10^{10} (h/d)^{0.6} \left( \frac{1}{1 + \exp(\beta + \theta - 58)} + 1 \right)^4 L^{-7}, \quad \beta + \theta \geq 60^\circ, \quad L \geq 20 \text{ mm},$$

en donde  $P_n$  [KPa] representa la presión de boquilla, definida como la presión del gas en el interior de la boquilla de ranura;  $\theta$  [°] representa el ángulo de eyección, definido como un ángulo formado por una dirección perpendicular a la superficie del elemento de tipo lámina y una dirección de eyección del gas;  $\beta$  [°] representa el ángulo de inclinación de cara posterior, definido como un ángulo formado por la dirección de eyección del gas y una cara posterior de la boquilla que constituye una cara que se sitúa desde el puerto de eyección de la boquilla de ranura hacia el lado aguas abajo en la dirección de movimiento;  $L$  [mm] representa una longitud de la cara posterior de la boquilla en la dirección de movimiento;  $h$  [mm] representa el hueco; y  $d$  [mm] representa un grosor de la ranura de la boquilla de ranura.

El dispositivo de retirada de líquido puede incluir adicionalmente un mecanismo de ajuste de hueco que ajusta el hueco sobre la base del resultado de una medida llevada a cabo por el dispositivo de medida de hueco. El mecanismo de ajuste de hueco ajusta el hueco a un valor menor o igual a 20 mm.

El mecanismo de ajuste de hueco puede ajustar el hueco cambiando una posición de la boquilla de ranura.

De manera alternativa, cuando la lámina se desplaza en la dirección de movimiento por medio de una mesa de rodillos que transporta el elemento de tipo lámina, el mecanismo de ajuste de hueco ajusta el hueco cambiando la posición de la mesa de rodillos en la que está situado el elemento de tipo lámina.

El dispositivo de medida de hueco puede medir el hueco en cada una de las posiciones de medida cerca de ambos extremos del puerto de eyección de la boquilla de ranura en una dirección longitudinal. El mecanismo de ajuste de hueco puede ajustar el hueco en cada una de las posiciones de medida a un valor menor o igual a 20 mm.

El dispositivo de medida de hueco puede medir el hueco mediante un telémetro láser, por ejemplo.

La boquilla de ranura puede estar fijada y la lámina puede desplazarse en relación a la boquilla de ranura al ser desplazada en la dirección de movimiento por el dispositivo transportador.

El dispositivo transportador puede ser una mesa de rodillos sobre la que se sitúa la lámina.

De manera alternativa, el dispositivo transportador puede ser un dispositivo de enrollado/desenrollado que incluye un carrete de descarga que desenrolla el elemento de tipo lámina arrollado en forma de bobina, y un carrete de tensión que enrolla, dotando de forma de bobina, el elemento de tipo lámina del que se ha retirado el líquido.

Adicionalmente, la lámina puede estar estacionaria, y la boquilla de ranura puede moverse en relación al elemento de tipo lámina por medio de un mecanismo de movimiento de boquilla.

La boquilla de ranura del dispositivo de retirada de líquido puede incluir un cuerpo principal de boquilla que incluye un puerto de eyección, y un canal de flujo de gas que guía, hasta el puerto de eyección, el gas que se suministra externamente, y un elemento de cara posterior que posee una cara posterior de la boquilla dispuesta para extenderse desde el puerto de eyección del cuerpo principal de boquilla hacia el lado aguas abajo en la dirección de movimiento de la lámina. En este momento, la cara posterior de la boquilla puede ser una contracara del elemento de cara posterior que mira hacia la superficie de la lámina.

## Efectos ventajosos de la Invención

Tal como se ha descrito más arriba, de acuerdo con la presente invención, puede retirarse líquido de una lámina de acero sin utilizar ni rodillos escurridores ni una secadora.

Breve descripción de los dibujos

- La FIGURA 1 es un diagrama explicativo que ilustra una situación de drenaje de líquido por parte de un dispositivo de retirada de líquido utilizando una boquilla de ranura común.
- 5 La FIGURA 2 es un diagrama explicativo que ilustra una situación de drenaje de líquido por parte de un dispositivo de retirada de líquido utilizando una boquilla de ranura de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La FIGURA 3 es una vista lateral de un ejemplo de configuración de un dispositivo de retirada de líquido de acuerdo con la realización.
- 10 La FIGURA 4 es una vista trasera del dispositivo de retirada de líquido ilustrado en la FIGURA 3.
- La FIGURA 5 es un diagrama explicativo que ilustra una configuración detallada de una boquilla de ranura de acuerdo con la realización.
- La FIGURA 6 es un diagrama explicativo que muestra un ejemplo de la relación entre una velocidad  $u_+(x)$  de flujo y una velocidad  $u_-(x)$  de flujo cuando una longitud  $L$  de cara posterior tiene un valor de 20 mm y la suma de un ángulo  $\theta$  de eyección y un ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior tiene un valor de  $90^\circ$ .
- 15 La FIGURA 7 es un diagrama explicativo que muestra un ejemplo de la relación entre la velocidad  $u_+(x)$  de flujo y la velocidad  $u_-(x)$  de flujo cuando la longitud  $L$  de cara posterior tiene un valor de 15 mm y la suma de un ángulo  $\theta$  de eyección y un ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior tiene un valor de  $50^\circ$ .
- La FIGURA 8 es un diagrama explicativo que muestra la relación entre un hueco  $h$  y una presión  $P_n$  de boquilla cuando el ángulo  $\theta$  de eyección tiene un valor de  $45^\circ$  y se cambian los valores del ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior y la longitud  $L$  de cara posterior.
- 20 La FIGURA 9 es un diagrama explicativo para describir un estado de flujo en una cara posterior de boquilla, en relación a las curvas de la gráfica de la FIGURA 8.
- La FIGURA 10 es un diagrama explicativo que ilustra un ejemplo de modificación de una configuración de boquilla de un dispositivo de retirada de líquido de acuerdo con la realización.
- 25 La FIGURA 11 es una gráfica que muestra una relación entre una longitud de cara posterior y un grosor de la película del líquido que permanece en una superficie de una lámina de acero cuando el ángulo  $\alpha$  de inclinación de cara anterior tiene un valor de  $30^\circ$ .
- La FIGURA 12 es una gráfica que muestra una relación entre un hueco y un grosor de la película del líquido que permanece en una superficie de una lámina de acero.
- 30 La FIGURA 13 es un diagrama explicativo que muestra la relación entre un grosor de la película de líquido en una superficie de lámina de acero y una ratio de determinación de fallo relacionada con la calidad de la lámina de acero.
- La FIGURA 14 es una gráfica que muestra una relación entre una longitud de cara posterior y un grosor de la película del líquido que permanece en una superficie de una lámina de acero cuando el ángulo  $\alpha$  de inclinación de cara anterior tiene un valor de  $35^\circ$ .
- 35

Descripción de realizaciones

- A partir de este momento, se describirá con detalle una realización preferida o unas realizaciones preferidas de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Nótese que se hará referencia en este documento y en los dibujos adjuntos a elementos estructurales que tengan sustancialmente las mismas funciones y estructura mediante los mismos números de referencia, y se omitirá una explicación repetitiva de estos elementos estructurales.
- 40

<1. Visión general>

- En primer lugar, se describe una configuración esquemática de un dispositivo de retirada de líquido de acuerdo con una realización de la presente invención sobre la base de las FIGURAS 1 y 2. La FIGURA 1 es un diagrama explicativo que ilustra una situación de drenaje de líquido por parte de un dispositivo de retirada de líquido que utiliza una boquilla 3 de ranura. La FIGURA 2 es un diagrama explicativo que ilustra una situación de drenaje de líquido por parte de un dispositivo de retirada de líquido que utiliza una boquilla 10 de ranura de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 50

- En el dispositivo de retirada de líquido de acuerdo con la presente realización, una boquilla de ranura eyecta un chorro de aire a la superficie de una lámina de acero, que constituye un elemento de tipo lámina, para retirar líquido de la superficie de la lámina de acero. Como dispositivo de retirada de líquido que utiliza una boquilla de ranura común, se utiliza un dispositivo de soplado de aire que eyecta un chorro de aire desde un puerto 3a de eyección de la boquilla 3 de ranura hacia una superficie de una lámina de acero desde un lado aguas abajo en una dirección de movimiento de la lámina de acero que se desplaza en relación al dispositivo de retirada de líquido, tal como se ilustra en la FIGURA 1. Tal como se muestra en la FIGURA 1, un flujo  $f_1$  de eyección de gas rápido eyectado desde la boquilla 3 de ranura colisiona con la superficie de una lámina  $S$  de acero, y hace retroceder a un líquido 5a en la lámina  $S$  siguiendo un flujo  $f_2$  hacia un lado aguas arriba en la dirección de movimiento, retirando de este modo el líquido 5a en la lámina  $S$  de acero.
- 55
- 60

- Por otro lado, cuando el flujo  $f_1$  de eyección de gas colisiona con la superficie de la lámina  $S$  de acero, también produce un flujo  $f_3$  inverso que circula hacia el lado aguas abajo en la dirección de movimiento. Este flujo  $f_3$  inverso interfiere con un flujo  $f_4$  de succión de aire exterior que se produce cuando el dispositivo de soplado de aire succiona
- 65

aire del exterior y éste fluye a la superficie de la lámina S de acero a lo largo de una cara posterior de la boquilla 3 de ranura, de tal manera que el flujo f1 de eyección de gas es perturbado transitoriamente. Consecuentemente, la presión de colisión cuando el flujo f1 de eyección de gas colisiona con la superficie de la lámina S de acero disminuye, y la presión del flujo f2 hacia el lado aguas arriba en la dirección de movimiento también decrece; por lo tanto, el líquido 5a en la lámina S de acero no puede ser retirado suficientemente, y un líquido 5b permanece sobre la lámina S de acero incluso en el lado aguas abajo en la dirección de movimiento con respecto a la boquilla 3 de ranura.

En vista de ello, los presentes inventores estudiaron una configuración de un dispositivo de retirada de líquido que puede evitar una disminución en la presión de colisión del flujo f1 de eyección de gas debida a la interferencia entre el flujo f4 de succión de aire exterior y el flujo f3 inverso después de la colisión con la superficie de la lámina S de acero. Como consecuencia del estudio, se encontró que, tal como se ilustra en la FIGURA 2, cuando se proporciona una cara 104 posterior de la boquilla, que es una cara en el lado aguas abajo en la dirección de movimiento de la lámina S de acero, que se extiende a lo largo de la superficie de la lámina S de acero hacia el lado aguas abajo en la dirección de movimiento más allá de donde se extendía en la boquilla 3 de ranura ilustrada en la FIGURA 1, puede eliminarse la influencia del flujo f4 de succión de aire exterior debido al efecto Coanda, y puede eliminarse la perturbación en el flujo f1 de eyección de gas. A continuación, se describe con detalle el dispositivo de retirada de líquido de acuerdo con la presente realización.

## <2. Configuración del dispositivo de retirada de líquido>

### (2-1. Configuración global)

En primer lugar, se describe una configuración global de un dispositivo 1 de retirada de líquido de acuerdo con la presente invención sobre la base de las FIGURAS 3 y 4. La FIGURA 3 es una vista lateral de un ejemplo de configuración de un dispositivo 1 de retirada de líquido de acuerdo con la presente realización. La FIGURA 4 es una vista trasera del dispositivo 1 de retirada de líquido ilustrado en la FIGURA 3. En la presente realización, se describe un caso en el que el dispositivo 1 de retirada de líquido está fijo y se utiliza. Es decir, la boquilla 10 de ranura está fijada, y la lámina S de acero es transportada por un dispositivo transportador y se desplaza en relación a la boquilla 10 de ranura.

El dispositivo 1 de retirada de líquido de acuerdo con la presente realización es un dispositivo que retira el líquido adherido a la superficie de una lámina S de acero. El dispositivo 1 de retirada de líquido está fijo, y la lámina S de acero se desplaza en relación al dispositivo 1 de retirada de líquido al ser transportada por el dispositivo transportador. En la descripción que sigue, también se hará referencia a la dirección de movimiento de la lámina S de acero que se desplaza en relación al dispositivo 1 de retirada de líquido como dirección de transporte. Tal como se ilustra en la FIGURA 3, dispositivos 1 de retirada de líquido superior e inferior están situados de manera que son simétricos con respecto a la lámina S de acero que está siendo transportada por el dispositivo transportador. Los dispositivos 1 de retirada de líquido superior e inferior pueden tener la misma configuración. El dispositivo transportador que transporta la lámina S de acero puede ser, por ejemplo, una mesa de rodillos que desplaza la lámina S de acero situada sobre ella mediante rotación. De manera alternativa, el dispositivo transportador puede ser un dispositivo de enrollado/desenrollado que incluye sendos rodillos terminales situados en ambos extremos a través del dispositivo 1 de retirada de líquido en la dirección de transporte de la lámina S de acero. El dispositivo de enrollado/desenrollado incluye, como rodillos terminales, un carrete de descarga que desenrolla la lámina S de acero arrollada en forma de bobina, y un carrete de tensión que enrolla, dotando de forma de bobina, la lámina S de acero de cuya superficie se ha retirado líquido por parte del dispositivo 1 de retirada de líquido.

Tal como se ilustra en la FIGURA 3, el dispositivo 1 de retirada de líquido de acuerdo con la presente realización incluye la boquilla 10 de ranura, un dispositivo 30 de medida de hueco y un mecanismo 40 de ajuste de hueco.

La boquilla 10 de ranura eyecta un chorro de gas (por ejemplo, aire) suministrado externamente a través de una tubería 20 de suministro de aire hacia la superficie de la lámina S de acero desde un puerto 112 de eyección en una punta de la boquilla. La boquilla 10 de ranura está situada de una manera tal que una dirección longitudinal de la ranura del puerto 112 de eyección abierto en forma de ranura corresponde a una dirección transversal de la lámina S de acero. Esto permite que el líquido situado en la lámina S de acero sea retirado a lo largo de la anchura total de la lámina S de acero. El puerto 112 de eyección está dirigido hacia la superficie de la lámina S de acero con el fin de eyectar un chorro de gas desde el lado aguas abajo hacia el lado aguas arriba en la dirección de transporte de la lámina S de acero (es decir, desde un lado de dirección negativa hacia un lado de dirección positiva de un eje X). Adicionalmente, tal como se ilustra en la FIGURA 4, la boquilla 10 de ranura está soportada por el mecanismo 40 de ajuste de hueco que acerca o aleja la boquilla 10 de ranura con respecto a la lámina S de acero, en ambos lados en la dirección longitudinal de la ranura (dirección Y) del puerto 112 de eyección abierto en forma de ranura. El mecanismo 40 de ajuste de hueco que desplaza la boquilla 10 de ranura en dirección vertical permite el ajuste de un hueco entre el puerto 112 de eyección y la superficie de la lámina S de acero.

Tal como se ilustra en la FIGURA 2, la boquilla 10 de ranura de acuerdo con la presente realización está configurada de una manera tal que la presión de boquilla, que es una presión de gas en el interior de la boquilla 10 de ranura, y

un ángulo de eyección, un ángulo de inclinación de cara posterior, una longitud de cara posterior, una anchura de ranura y un hueco de la boquilla 10 de ranura satisfacen una relación predeterminada, con el fin de eliminar la influencia del flujo f4 de succión de aire externo y eliminar la perturbación generada en el flujo f1 de eyección de gas. Se describirá más adelante una configuración detallada de la boquilla 10 de ranura y la relación con la presión de boquilla.

El dispositivo 30 de medida de hueco mide una distancia (a la que se hará referencia de ahora en adelante también como "hueco") entre el puerto 112 de eyección en la punta de la boquilla 10 de ranura y la superficie de la lámina S de acero. Tal como se ilustra en las FIGURAS 3 y 4, el dispositivo 30 de medida de hueco está situado en cada uno de los dos lados en la dirección longitudinal de la ranura (dirección Y) del puerto 112 de eyección de la boquilla 10 de ranura. Al proporcionar el dispositivo 30 de medida de hueco en esta posición, se hace posible detectar una inclinación del puerto 112 de eyección de la boquilla 10 de ranura con respecto a la superficie de la lámina S de acero en la dirección longitudinal de la ranura, de tal manera que el hueco puede ajustarse para ser constante en la dirección longitudinal de la ranura. El dispositivo 30 de medida de hueco puede proporcionarse sustancialmente en la misma posición del mecanismo 40 de ajuste de hueco, que mueve la boquilla 10 de ranura en dirección vertical, en la dirección longitudinal de la ranura, por ejemplo.

El dispositivo 30 de medida de hueco incluye un sensor 31 de distancia tal como un telémetro láser. El dispositivo 30 de medida de hueco mide el hueco sobre la base, por ejemplo, de una diferencia de fase entre la luz láser emitida hacia la lámina S de acero y la luz reflejada correspondiente a la luz láser que rebota en la superficie S de acero, para lo que el sensor 31 de distancia se sitúa mirando hacia la superficie de la lámina S de acero. Por ejemplo, puede proporcionarse un sensor 31 de distancia para cada dispositivo 30 de medida de hueco tal como se ilustra en la FIGURA 4, o bien pueden proporcionarse una pluralidad de sensores 31 de distancia en la dirección longitudinal de la ranura. El sensor 31 de distancia está situado cerca de cada uno de los dos extremos 112e del puerto 112 de eyección. En la presente realización, "cercano" a cada uno de los dos extremos 112e del puerto 112 de eyección hace referencia a distancias de  $\pm 1/4w$  desde cada uno de los dos extremos 112e del puerto 112 de eyección, en donde una longitud W de ranura denota una longitud del puerto 112 de eyección de la boquilla 10 de ranura en la dirección longitudinal de la ranura. Adicionalmente, puesto que el sensor 31 de distancia necesita mirar hacia la lámina S de acero, su posición de instalación se decide de acuerdo, por ejemplo, con un grosor mínimo de lámina y un grosor máximo de lámina de la lámina S de acero que puede hacerse pasar por una línea en la que se instala un dispositivo 10 de retirada de líquido. Por lo tanto, el sensor 31 de distancia está instalado cerca de cada uno de los dos extremos 112e del puerto 112 de eyección de manera que miran hacia la lámina S de acero. Por ejemplo, el sensor 31 de distancia puede instalarse en una posición en el lado interno que esté a una distancia aproximada de  $1/6$  del grosor de la lámina en relación a un extremo de la lámina S de acero. El dispositivo 30 de medida de hueco entrega, como valor de medida de hueco, un hueco obtenido sobre la base de un resultado de detección del sensor 31 de distancia al mecanismo 40 de ajuste de hueco.

El mecanismo 40 de ajuste de hueco ajusta el hueco a un tamaño predeterminado sobre la base del resultado de una medida del dispositivo 30 de medida de hueco. El mecanismo 40 de ajuste de hueco de acuerdo con la presente realización incluye una sección 41 de accionamiento que mueve la boquilla 10 de ranura en dirección vertical (en una dirección Z) y una sección de control (no ilustrada) que controla el accionamiento de la sección 41 de accionamiento.

Tal como se ilustra en las FIGURAS 3 y 4, la sección 41 de accionamiento se proporciona en cada uno de los dos lados en la dirección longitudinal de la ranura (dirección Y) del puerto 112 de eyección de la boquilla 10 de ranura, y soporta la boquilla 10 de ranura a través de los elementos 51, 53 y 55 de soporte. La instalación de la sección 41 de accionamiento de esta manera puede hacer que la distancia entre el puerto 112 de eyección y la lámina S de acero en la dirección longitudinal del puerto 112 de eyección sea uniforme. La sección 41 de accionamiento incluye un cilindro, por ejemplo, y puede ajustar una posición de altura de la boquilla 10 de ranura desplazando un pistón al que está fijado el elemento 55 de soporte. Nótese que la presente invención no está limitada a este ejemplo y que la sección 41 de accionamiento puede ser un actuador que cambia una posición de altura de una mesa de rodillos en la que está situada la lámina S de acero, por ejemplo. El hueco puede ajustarse también acercando o alejando la mesa de rodillos al puerto 112 de eyección de la boquilla 10 de ranura.

La sección de control acciona cada sección 41 de accionamiento de una manera tal que el puerto 112 de eyección se acerca lo más posible a la lámina S de acero hasta el punto justo en el que todavía no ha entrado en contacto con la lámina S de acero, sobre la base de los resultados de medida del dispositivo 30 de medida de hueco, para ajustar la posición de altura de la boquilla 10 de ranura. Puesto que el valor de medida de hueco obtenido por el dispositivo 30 de medida de hueco es una distancia medida desde el sensor de distancia hasta la superficie de la lámina S de acero, la sección de control toma un valor obtenido restando una distancia entre el sensor de distancia y el puerto 112 de eyección de la boquilla 10 de ranura del valor de medida de hueco correspondiente al hueco actual, y la posición de altura de la boquilla 10 de ranura se ajusta para estar comprendida en un intervalo predeterminado. El ajuste de hueco por parte de la sección de control puede hacer que el gas eyectado desde la boquilla 10 de ranura fluya hacia el interior de un espacio existente entre una cara posterior de boquilla de la boquilla 10 de ranura y la lámina S de acero, posibilitando la eliminación la influencia del flujo (f4) de succión de aire exterior sobre el flujo (f1)

de eyección de gas, tal como se ilustra en la FIGURA 2. Para conseguir esta acción, el hueco se fija preferiblemente en un valor menor o igual a 20 mm por parte del mecanismo 40 de ajuste de hueco.

(2-2. Relación entre la configuración de la boquilla de ranura y la presión de boquilla)

Tal como se describió más arriba, la boquilla 10 de ranura de acuerdo con la presente realización está configurada de una manera tal que la presión de boquilla de la boquilla 10 de ranura, y un ángulo de eyección, un ángulo de inclinación de cara posterior, una longitud de cara posterior, un grosor de ranura y un hueco de la boquilla 10 de ranura satisfacen una relación predeterminada, con el fin de eliminar la influencia del flujo f4 de succión de aire exterior y eliminar la perturbación que ejerce sobre el flujo f1 de eyección de gas.

La FIGURA 5 es un diagrama explicativo que ilustra una configuración detallada de la boquilla 10 de ranura de acuerdo con la presente realización. Tal como se ilustra en la FIGURA 5, la boquilla 10 de ranura incluye una cara 102 anterior de boquilla que se extiende desde el puerto 112 de eyección hacia el lado aguas arriba en la dirección de transporte de la lámina S de acero y la cara 104 posterior de boquilla que se extiende desde el puerto 112 de eyección hacia el lado aguas abajo en la dirección de transporte de la lámina S de acero. Se elimina una inclinación de la cara 102 anterior de la boquilla hacia el lado aguas arriba en la dirección de transporte, y la cara 104 posterior de la boquilla se dispone para que se extienda a lo largo de la superficie de la lámina S de acero hacia el lado aguas abajo en la dirección de transporte.

Aquí, se designa a una dirección perpendicular a la superficie de la lámina S de acero como una dirección C1 de referencia, a un ángulo formado por la dirección C1 de referencia y una dirección C3 de eyección de gas desde el puerto 112 de eyección de la boquilla 10 de ranura como un ángulo  $\theta$  [°] de eyección, a un ángulo formado por la dirección C1 de referencia y la cara 102 anterior de la boquilla como un ángulo  $\alpha$  [°] de inclinación de cara anterior, y a un ángulo formado por la dirección C3 de eyección de gas y la cara 104 posterior de la boquilla como un ángulo  $\beta$  [°] de inclinación de cara posterior. Adicionalmente, se designa a una longitud de la cara 104 posterior de la boquilla en una dirección C2 de transporte de la lámina S de acero como una longitud L [mm] de cara posterior. El dispositivo 1 de retirada de líquido está configurado para satisfacer las relaciones de las ecuaciones (1) a (3) que siguen, en donde se designa a una distancia entre el puerto 112 de eyección y la superficie de la lámina S de acero como un hueco h [mm], a un grosor de abertura de ranura de la boquilla 10 de ranura mediante un grosor d [mm] de ranura, y a una presión de gas dentro de la boquilla 10 de ranura mediante una presión  $P_n$  [KPa] de boquilla.

[Mat 2]

$$P_n \geq F(h, L, \beta, \theta, d) \\ = 2.0 \times 10^{10} (h/d)^{0.6} \left( \frac{1}{1 + \exp(\beta + \theta - 58)} + 1 \right)^4 L^{-7} \quad \dots (1)$$

$$\beta + \theta \geq 60^\circ \quad \dots (2)$$

$$L \geq 20mm \quad \dots (3)$$

Nótese que el ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior indican tamaño y poseen valores mayores o iguales a 0. En relación al ángulo  $\alpha$  de inclinación de cara anterior, una inclinación hacia el lado aguas arriba en la dirección de transporte de la lámina S de acero y una inclinación hacia el lado aguas abajo se expresan, respectivamente, mediante un valor positivo y un valor negativo en relación a la dirección C1 de referencia que vale 0°. Adicionalmente, tal como se ilustra en la FIGURA 3, por ejemplo, la longitud L de cara posterior cuando la cara 104 posterior de boquilla no es paralela a la lámina S de acero puede calcularse mediante la fórmula  $L' \cos(90^\circ - \theta - \beta)$ , donde la longitud de cara posterior propiamente dicha se designa como  $L'$  [mm]. Por lo tanto, la longitud L de cara posterior corresponde a una longitud de la cara 104 posterior de boquilla en la dirección de transporte (dirección X) en un plano de proyección horizontal cuando la cara 104 posterior de boquilla se proyecta sobre el plano de proyección horizontal.

(a. Relación con la presión  $P_n$  de boquilla)

En primer lugar, la ecuación (1) anterior expresa una condición para eliminar la influencia del flujo f4 de succión de aire exterior y eliminar la perturbación que ejerce sobre el flujo f1 de eyección de gas, que se ilustra en las FIGURAS 1 y 2. Aquí, en relación a la boquilla 10 de ranura ilustrada en la FIGURA 5, las magnitudes físicas se definen como sigue.

“x” indica una posición en la dirección de transporte de la lámina S de acero. Una posición de la cara 104 posterior

de boquilla más lejano en el lado aguas abajo en la dirección de transporte (dirección X) de la lámina S de acero se designa como una posición de referencia ( $x = 0$ ).

- 5  $u_+(x)$ : velocidad de flujo del flujo inducido hacia el lado del puerto de eyección por el efecto Coanda
- $u_-(x)$ : velocidad de flujo de la componente en la dirección de transporte (dirección X) de flujo de eyección de gas que ha colisionado con la lámina de acero
- 10  $y(x)$ : distancia entre la lámina de acero y la cara posterior de boquilla
- $\lambda$ : coeficiente de fricción de tubería

En la distribución de  $u_+$  en la dirección X, la velocidad de flujo disminuye desde una velocidad  $u_+(0)$  inicial debido a la caída de presión al avanzar en la dirección X, en donde la velocidad  $u_+(0)$  inicial tiene una magnitud del 10% de un flujo de eyección rápido basado en una experiencia anterior. Cuantitativamente, la caída de presión en función de la posición en la dirección X viene dada por la ecuación (1-1) siguiente.

[Mat 3]

$$\Delta P_+(x) = \int_x^{x+dx} \frac{\lambda}{y(x)} \rho u_+^2 dx \quad \dots (1-1)$$

Una fluctuación de la caída de presión expresada por la ecuación (1-1) anterior se sustituye en la ecuación (1-2) que sigue; así, se obtiene una disminución  $\Delta u_+(x)$  de velocidad.

[Mat 4]

$$\Delta u_+(x) = \sqrt{2\Delta P_+ / \rho} \quad \dots (1-2)$$

A continuación, de acuerdo con la ecuación (1-3) que sigue, se obtiene una velocidad  $u_+(x+dx)$  en una posición  $x+dx$  restando la disminución de velocidad  $\Delta u_+(x)$  obtenida de una velocidad  $u_+(x)$  en la posición anterior

[Mat 5]

$$u_+(x + dx) = u_+(x) - \Delta u_+(x) \quad \dots (1-3)$$

Por otro lado, una velocidad  $u_-(x)$  de flujo de una componente en la dirección de transporte de un flujo de eyección de gas que ha colisionado con la lámina de acero puede obtenerse mediante la ecuación (1-4) que sigue utilizando una velocidad  $u$  de flujo de un flujo de eyección de gas eyectado desde la boquilla 10 de ranura.

[Mat 6]

$$u_-(x) = u(1 - \cos \theta) \times d / y(x) \quad \dots (1-4)$$

35 Aquí, tal como se ilustra en la FIGURA 5, se lleva a cabo una discusión acerca de las magnitudes de una velocidad  $u_+(L)$  de flujo de un flujo inducido hacia el puerto 112 de eyección por el efecto Coanda y una velocidad  $u_-(L)$  de flujo de una componente en la dirección de transporte de un flujo de eyección de gas que ha colisionado con la lámina S de acero, en una posición separada de la posición de referencia ( $x=0$ ) hacia el lado aguas arriba de la dirección de transporte por la longitud L de cara posterior de la cara 104 posterior de boquilla.

40 En primer lugar, un caso en el que la velocidad  $u_+(L)$  de flujo es menor o igual a la velocidad  $u_-(L)$  de flujo [ $u_+(L) \leq u_-(L)$ ] constituye, en otras palabras, un caso en el que la velocidad  $u_-(L)$  de flujo de la componente en la dirección de transporte del flujo de eyección de gas es mayor o igual a la velocidad  $u_+(L)$  de flujo del flujo inducido por el efecto Coanda. Por lo tanto, el flujo f1 de eyección de gas no está influenciado por la velocidad  $u_+(L)$  de flujo del flujo inducido por el efecto Coanda, y no se produce vibración. Por consiguiente, el flujo f1 de eyección de gas colisiona con la lámina S de acero sin ser perturbado, y la capacidad de drenaje de líquido del dispositivo 1 de retirada de líquido se corresponde a lo que se ilustra en la FIGURA 2.

50 Por otro lado, un caso en el que la velocidad  $u_+(L)$  de flujo es mayor que la velocidad  $u_-(L)$  de flujo [ $u_+(L) > u_-(L)$ ] constituye, en otras palabras, un caso en el que la velocidad  $u_+(L)$  de flujo del flujo inducido por el efecto Coanda es mayor que la velocidad  $u_-(L)$  de flujo de la componente en la dirección de transporte del flujo de eyección de gas. En este momento, el flujo f1 de eyección de gas es influenciado por la velocidad  $u_+(L)$  de flujo del flujo inducido por el efecto Coanda. Por consiguiente, el flujo f1 de eyección de gas vibra en la dirección horizontal, y la presión de colisión del flujo f1 de eyección de gas con la lámina S de acero disminuye, lo que conduce a una disminución de la

capacidad de drenaje de líquido del dispositivo 1 de retirada de líquido tal como se ilustra en la FIGURA 1.

5 De acuerdo con la descripción anterior, la capacidad de drenaje de líquido del dispositivo 1 de retirada de líquido puede mejorarse haciendo que la velocidad  $u_-(L)$  de flujo de la componente en la dirección de transporte del flujo de eyección de gas sea mayor o igual a la velocidad  $u_+(L)$  de flujo del flujo inducido por el efecto Coanda. Es decir, un estado en el que la capacidad de drenaje de líquido del dispositivo 1 de retirada de líquido mejora puede conseguirse considerando el balance entre la velocidad  $u_+$  de flujo y velocidad  $u_-$  de flujo en una posición de eyección de flujo de eyección de gas correspondiente a una posición  $x = L$ .

10 Por ejemplo, la FIGURA 6 muestra un ejemplo de la relación entre la velocidad  $u_+(x)$  del flujo inducido hacia el lado del puerto 112 de eyección por el efecto Coanda y la velocidad  $u_-(x)$  de flujo de la componente en la dirección de transporte del flujo de eyección de gas que ha colisionado con la lámina S de acero cuando la longitud L de la cara posterior tiene un valor de 20 mm y la suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior tiene un valor de 90°. Tal como se muestra en la FIGURA 6, en una posición alejada más de 10 mm de la posición de referencia ( $x = 0$ ) hacia el lado aguas arriba en la dirección de transporte, la velocidad  $u_-(x)$  de flujo de la componente en la dirección de transporte del flujo de eyección de gas es mayor que la velocidad  $u_+(x)$  de flujo del flujo inducido hacia el lado del puerto 112 de eyección por el efecto Coanda. Por consiguiente, en el caso en el que la longitud L de cara posterior tiene un valor de 20 mm, puesto que la velocidad  $u_-(x)$  de flujo de la componente en la dirección de transporte del flujo de eyección de gas es mayor que la velocidad  $u_+(x)$  de flujo del flujo inducido hacia el lado del puerto 112 de eyección por el efecto Coanda, se rectifica el flujo en la cara 104 posterior de la boquilla.

25 Por otro lado, por ejemplo, la FIGURA 7 muestra un ejemplo de la relación entre la velocidad  $u_+(x)$  de flujo del flujo inducido hacia el lado 112 del puerto de eyección por el efecto Coanda y velocidad  $u_-(x)$  de flujo de la componente en la dirección de transporte del flujo de eyección de gas que ha colisionado con la lámina S de acero cuando la longitud L de la cara posterior tiene un valor de 15 mm y suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior tiene un valor de 50°. Tal como se muestra en la FIGURA 7, incluso en una posición alejada 15 mm de la posición de referencia ( $x = 0$ ) hacia el lado aguas arriba en la dirección de transporte, la velocidad  $u_-(x)$  de flujo de la componente en la dirección de transporte del flujo de eyección de gas es menor que la velocidad  $u_+(x)$  de flujo del flujo inducido hacia el lado del puerto 112 de eyección por el efecto Coanda. Por lo tanto, en el caso en el que la longitud L de cara posterior tiene un valor de 15 mm, puesto que la velocidad  $u_-(x)$  de flujo de la componente en la dirección de transporte del flujo de eyección de gas es menor que la velocidad  $u_+(x)$  de flujo del flujo inducido hacia el lado del puerto 112 de eyección por el efecto Coanda, el flujo en la cara 104 posterior de la boquilla se vuelve turbulento, de manera que el flujo  $f_1$  de eyección de gas es perturbado.

35 En vista de ello, los presentes inventores estudiaron una configuración y un montaje del dispositivo 1 de retirada de líquido que hacen que la velocidad  $u_-(L)$  de flujo de la componente en la dirección de transporte del flujo de eyección de gas sea mayor o igual a la velocidad  $u_+(L)$  de flujo del flujo inducido el efecto Coanda y, consecuentemente, llegaron a la ecuación relacional de la fórmula (1) anterior. Es decir, configurando y disponiendo la boquilla 10 de ranura de una manera en la que la presión  $P_n$  [KPa] de la boquilla 10 de ranura es mayor o igual a un valor de una ecuación  $F(h, L, \beta, \theta, d)$  relacional que involucra al hueco h [mm], a la longitud L de cara posterior [mm], al ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior [°], al grosor d [mm] de ranura y al ángulo  $\theta$  [°] de eyección, resulta posible la eliminación de la influencia del flujo  $f_4$  de succión de aire exterior y se suprime la perturbación en el flujo  $f_1$  de eyección de gas.

45 La ecuación  $F(h, L, \beta, \theta, d)$  relacional puede obtenerse mediante la observación del flujo en la cara 104 posterior de boquilla de la boquilla 10 de ranura mediante un método basado en manojos de filamentos, por ejemplo, y especificando la presión  $P_n$  de boquilla para la que el flujo de la cara 104 posterior de boquilla se rectifica. La ecuación (1) anterior se estableció midiendo, mediante un método basado en manojos de filamentos, un umbral de la presión  $P_n$  de boquilla para el cual el flujo en la cara 104 posterior de boquilla se rectifica cuando el grosor d de ranura tenía un valor de 0,4 mm, y el hueco h, la longitud L de cara posterior, el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior y el ángulo  $\theta$  de eyección tenían valores, respectivamente, comprendidos en los intervalos entre 1 mm y 25 mm, entre 10 mm y 50 mm, entre 5° y 45°, y entre 0° y 75°, y la presión  $P_n$  de boquilla variaba gradualmente desde 5 KPa hasta 1000 KPa.

55 Específicamente, el flujo en la cara 104 posterior de boquilla se visualizó disponiendo filamentos de polietileno con un diámetro de 0,025 mm y una longitud de 3 mm en la cara 104 posterior de boquilla distanciados 5 mm entre sí a lo largo de la dirección de transporte de la lámina S de acero, y se permitió que los filamentos fuesen movidos por el flujo en la cara 104 posterior de boquilla que cambia de acuerdo con la presión  $P_n$  de boquilla. Cuando todos los filamentos situados en la cara 104 posterior de boquilla se orientaron en la dirección de transporte de la lámina S de acero, se determinó que el flujo en la cara 104 posterior de boquilla se había rectificado, y la presión  $P_n$  de boquilla en este instante se tomó como el valor umbral. A continuación, se obtuvo la ecuación (1) anterior llevando a cabo un análisis de regresión múltiple multivariable con el hueco h, la longitud L de cara posterior, el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior, y el ángulo  $\theta$  de eyección, en relación a cada uno de los umbrales de la presión  $P_n$  de boquilla obtenida haciendo variar el hueco h, la longitud L de cara posterior, el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior y el

ángulo  $\theta$  de eyección.

En el caso en el que el valor dado por la ecuación  $F(h, L, \beta, \theta, d)$  relacional de la ecuación (1) obtenido mediante este método es menor o igual a la presión  $P_n$  de boquilla de la boquilla 10 de ranura, la velocidad  $u_{\cdot}(L)$  de flujo de la componente en la dirección de transporte del flujo de eyección de gas es mayor o igual a la velocidad  $u_{\cdot}(L)$  de flujo del flujo inducido por el efecto Coanda. En este instante, el flujo  $f_1$  de eyección de gas colisiona con la lámina S de acero sin ser perturbado, y el dispositivo 1 de retirada de líquido mejora su capacidad de drenaje de líquido. Por lo tanto, configurando el dispositivo 1 de retirada de líquido para que satisfaga la ecuación (1) anterior hace posible retirar líquido de la lámina S de acero.

Adicionalmente, el hueco  $h$ , la longitud  $L$  de cara posterior, el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior y el ángulo  $\theta$  de eyección se establecen tal como se explica a continuación.

(b. Ángulo  $\theta$  de eyección y ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior)

El ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior se establecen de una manera tal que su suma es mayor o igual a  $60^\circ$ , tal como se expresa en la ecuación (2) anterior. La suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior indica un estado de inclinación de la cara 104 posterior de boquilla en relación a la dirección C1 de referencia. Cuando la suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior es de  $90^\circ$ , la cara 104 posterior de boquilla es paralela a la superficie de la lámina S de acero. Si la suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior es menor de  $60^\circ$ , se produce interferencia entre el flujo  $f_4$  de succión de aire exterior y el flujo  $f_3$  inverso después de la colisión con la superficie de la lámina S de acero, provocando una disminución en la presión de colisión del flujo  $f_1$  de eyección de gas, de tal manera que el líquido 5a en la superficie de la lámina S de acero no puede ser retirado. Por lo tanto, la suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior se establece en un valor mayor o igual a  $60^\circ$ . Nótese que el límite superior para la suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior es un valor máximo en un intervalo dentro del cual la cara 104 posterior de boquilla todavía no entra en contacto con la superficie de la lámina S de acero.

La cara 104 posterior de boquilla está preferiblemente dispuesta de manera que es paralela a la superficie de la lámina S de acero; es decir, que la suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior se establece preferiblemente en un valor de  $90^\circ$ . Por lo tanto, después de que el flujo  $f_1$  de eyección de gas colisione con la superficie de la lámina S de acero, el flujo  $f_3$  inverso hacia el lado aguas abajo en la dirección de transporte de la lámina S de acero puede fluir de manera suave entre la cara 104 posterior de boquilla y la superficie de la lámina S de acero.

Adicionalmente, el ángulo  $\theta$  de eyección de gas se establece preferiblemente en un valor de  $45^\circ$ . Por lo tanto, el gas eyectado desde el puerto 112 de eyección de la boquilla 10 de ranura puede colisionar con un ángulo de  $45^\circ$  desde el lado aguas abajo en la dirección de transporte con respecto a la superficie de la lámina S de acero, y puede empujar hacia atrás de manera efectiva el líquido 5a en la superficie de la lámina S de acero hacia el lado aguas arriba en la dirección de transporte para retirarlo. Tomando en consideración que la suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior tiene preferiblemente un valor de  $90^\circ$ , el ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior se fijan preferiblemente, cada uno de ellos, a un valor de  $45^\circ$ .

(c. Longitud  $L$  de cara posterior)

La longitud  $L$  de cara posterior de la cara 104 posterior de boquilla se establece en un valor mayor o igual a 20 mm, tal como se muestra en la ecuación (3). Si la longitud  $L$  de cara posterior es menor que 20 mm, el flujo  $f_4$  de succión de aire exterior y el flujo  $f_3$  inverso colisionan entre sí en la vecindad del flujo  $f_1$  de eyección de gas para perturbar al flujo  $f_1$  de eyección de gas. Por lo tanto, estableciendo la longitud  $L$  de cara posterior en un valor mayor o igual a 20 mm se evita que el flujo  $f_4$  de succión de aire exterior y el flujo  $f_3$  inverso colisionen en la vecindad del flujo  $f_1$  de eyección de gas, y elimina la perturbación en el flujo  $f_1$  de eyección de gas provocada por el flujo  $f_4$  de succión de aire exterior. Adicionalmente, estableciendo la longitud  $L$  de cara posterior en un valor mayor o igual a 20 mm, se provoca una disminución en la presión del flujo  $f_3$  inverso antes de la colisión del flujo  $f_4$  de succión de aire exterior, lo que hace más pequeña la perturbación en el aire cuando el flujo  $f_4$  de succión de aire exterior y el flujo  $f_3$  inverso colisionan entre sí. Haciendo que la longitud  $L$  de cara posterior tenga un valor mayor, también se consigue que resulte menos probable que el flujo  $f_4$  de succión de aire exterior entre en una zona situada entre la cara 104 posterior de la boquilla y la superficie de la lámina S de acero. Por lo tanto, la longitud  $L$  de cara posterior se establece preferiblemente en un valor mayor o igual a 20 mm.

Nótese que un límite superior de la longitud  $L$  de cara posterior de la cara 104 posterior de la boquilla no está particularmente limitado, siempre que no se lleve a cabo ningún contacto con otro elemento, en cuanto al equipo. Por ejemplo, la longitud  $L$  de cara posterior puede tener un valor tan grande como 100 mm.

(d. Hueco  $h$ )

El hueco  $h$ , que es la distancia entre el puerto 112 de eyección y la superficie de la lámina S de acero, se establece

preferiblemente de una manera tal que el puerto 112 de eyección se sitúa en un lugar tan cercano como sea posible a la lámina S de acero justamente hasta el punto de no entrar en contacto con la lámina S de acero, tal como se describió anteriormente. Esto puede hacer que el gas eyectado desde la boquilla 10 de ranura fluya hacia el interior de un espacio situado entre la cara posterior de boquilla de la boquilla 10 de ranura y la lámina S de acero, posibilitando la eliminación de la influencia del flujo f4 de succión de aire exterior y el flujo f1 de eyección de gas, tal como se ilustra en la FIGURA 2. Para conseguir esto, el hueco h se establece preferiblemente en un valor menor o igual a 20 mm, por ejemplo.

Nótese que el ángulo  $\alpha$  de inclinación de cara anterior no está particularmente limitado, pero puede establecerse en un valor menor o igual a  $30^\circ$ . Si el ángulo  $\alpha$  de inclinación de cara anterior es mayor de  $30^\circ$ , la cara 102 de cara anterior de boquilla está inclinada excesivamente hacia el lado aguas arriba en la dirección de transporte; por lo tanto, después de que el flujo f1 de eyección de gas colisiona con la superficie de la lámina S de acero, resulta probable que el flujo f2 hacia el lado aguas arriba en la dirección de transporte se convierta en un flujo orientado hacia el puerto 112 de eyección de la boquilla 10 de ranura de nuevo a lo largo de la cara 102 anterior de la boquilla, sin orientarse hacia el lado aguas arriba como lo está. Cuando se forma un flujo tal, disminuye el rendimiento de retirada de líquido 5a de la superficie de la lámina S de acero por parte del flujo f2. Por lo tanto, para evitar una disminución en el rendimiento de retirada de líquido, el ángulo  $\alpha$  de inclinación de cara anterior puede establecerse en un valor menor o igual a  $30^\circ$ . Resulta preferible que el ángulo  $\alpha$  de inclinación de la cara anterior tenga un valor menor o igual a  $0^\circ$ . Esto hace posible evitar de manera más fiable que el flujo f2 hacia el lado aguas arriba en la dirección de transporte se convierta en un flujo orientado hacia el puerto 112 de eyección de la boquilla 10 de ranura de nuevo a lo largo de la cara 102 anterior de la boquilla.

De acuerdo con la descripción anterior, la boquilla 10 de ranura se configura y se dispone con el fin de que satisfaga las ecuaciones (1) a (3) anteriores. Esto puede reducir la perturbación en el flujo f1 de eyección de gas producido por la colisión entre el flujo f4 de succión de aire exterior y el flujo f3 inverso, evitándose una disminución en la presión de colisión cuando el flujo f1 de eyección de gas colisiona con la superficie de la lámina S de acero, y permitiéndose que la presión del flujo f2 hacia el lado aguas arriba en la dirección del transporte se mantenga. Consecuentemente, el líquido 5a en la lámina S de acero puede ser retirado suficientemente. El dispositivo 1 de retirada de líquido de acuerdo con la presente realización puede retirar líquido de manera suficiente en una lámina de acero sin utilizar ni rodillos escurridores ni una secadora, y por lo tanto puede reducir el coste de mantenimiento del equipo.

La FIGURA 8 muestra la relación entre el hueco h y la presión  $P_n$  calculada mediante la ecuación (1) anterior cuando el ángulo  $\theta$  de eyección se establece en un valor de  $45^\circ$  y se varían el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior y la longitud L de cara posterior. La presión  $P_n$  de boquilla mostrada en la FIGURA 8 indica un umbral cuando se determina que el flujo en la cara 104 posterior de la boquilla está rectificado de acuerdo con el método basado en manojos de filamentos descrito anteriormente, y es un valor que corresponde a cuando ambos miembros de la ecuación (1) tienen el mismo valor [ $P_n = F(h, L, \beta, \theta, d)$ ]. Es decir, las curvas de la gráfica correspondientes a los casos "a" a "f" en la FIGURA 8 indican, cada una de ellas, la frontera entre una región en la que el flujo en la cara 104 posterior de la boquilla se rectifica y una región en la que el flujo de la cara 104 posterior de la boquilla se hace turbulento. Tal como se muestra en la FIGURA 9, en la curva de la gráfica o en el lado superior en relación a la curva de la gráfica, la presión  $P_n$  de la boquilla es mayor o igual al valor dado por la ecuación  $F(h, L, \beta, \theta, d)$  relacional, satisfaciendo la relación de la ecuación (1) anterior; por lo tanto, el flujo en la cara 104 posterior de la boquilla se rectifica. Por otro lado, en el lado inferior en relación a la curva de la gráfica, la presión  $P_n$  de la boquilla es menor que el valor dado por la ecuación  $F(h, L, \beta, \theta, d)$  relacional, no satisfaciendo la relación de la ecuación (1) anterior. Consecuentemente, el flujo en la cara 104 posterior de la boquilla se hace turbulento, y el flujo f1 de eyección de gas es perturbado.

En la FIGURA 8, la suma del ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior y el ángulo  $\theta$  de eyección es de  $90^\circ$  en los casos "a" a "c" y de  $60^\circ$  en los casos "d" a "f", satisfaciendo ambos la ecuación (2) anterior. La longitud L de cara posterior tiene un valor de 25 mm o de 20 mm en los casos "a", "b", "d" y "e", satisfaciendo la ecuación (3) anterior, pero tiene un valor de 15 mm en los casos "c" y "f", no satisfaciendo la ecuación (3) anterior. Tal como se muestra en la FIGURA 8, las curvas de la gráfica de los casos "c" y "f" que no satisfacen la ecuación (3) anterior tienen pendientes mayores que las curvas de la gráfica en los casos "a", "b", "d" y "e", que sí satisfacen la ecuación (3) anterior, y se necesita una presión  $P_n$  de boquilla mayor o igual a 200 KPa incluso en el caso en el que el hueco h es tan pequeño como 3 mm. Si se requiere una presión  $P_n$  mayor o igual a 200 KPa, no puede garantizarse la presión y el dispositivo 1 de retirada de líquido no podrá instalarse dependiendo de la situación de la instalación de tuberías en una fábrica, o incluso si el dispositivo 1 de retirada de líquido puede instalarse, se asume que se necesitará un caudal de flujo de aire muy elevado, conllevando un aumento en el coste, por ejemplo. Por lo tanto, la longitud L de la cara posterior se establece preferiblemente en un valor mayor o igual a 20 mm.

Por otro lado, las curvas de la gráfica de los casos "a", "b", "d" y "e" tienen pendientes similares, y la ecuación (1) anterior puede satisfacerse incluso si el hueco h es grande o si la presión  $P_n$  de boquilla de la boquilla 10 de ranura se establece en un valor inferior a 200 KPa. Nótese que en el caso en el que la longitud L de cara posterior sea la misma, un valor mayor de la suma del ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior y el ángulo  $\theta$  de eyección puede

hacer disminuir el valor de la presión  $P_n$  de boquilla requerida.

Tal como se describió anteriormente, la boquilla 10 de ranura está configurada y dispuesta de tal manera que satisface las ecuaciones (1) a (3) anteriores; por lo tanto, el flujo en la cara 104 posterior de boquilla puede ser rectificado y puede evitarse que influya la circulación del flujo  $f_1$  de eyección de gas. Por consiguiente, puede conseguirse un dispositivo de retirada de líquido capaz de garantizar la versatilidad de la presión de aire y que posea un caudal de flujo de aire económico.

(2-3. Ejemplo de modificación)

La boquilla 10 de ranura del dispositivo 1 de retirada de líquido ilustrado en la FIGURA 5 ilustra un caso en el que se fabrica una forma externa de la boquilla propiamente dicha con el fin de satisfacer las ecuaciones (1) a (3) anteriores, pero la presente invención no está limitada a este ejemplo. Por ejemplo, tal como se ilustra en la FIGURA 10, la boquilla 10 de ranura del dispositivo 1 de retirada de líquido puede incluir una boquilla 210 de ranura (a la que se hará referencia de ahora en adelante como "cuerpo principal de boquilla") que posee una forma externa axisimétrica que se utiliza comúnmente, y un elemento 220 de cara posterior. El cuerpo 210 principal de boquilla posee un puerto 216 de eyección, que está constituido por una ranura a través de la cual se eyecta gas. Una cara 212 anterior del cuerpo principal de boquilla y una cara 214 posterior de cuerpo principal de boquilla son simétricas con respecto a la dirección C3 de eyección de gas. El elemento 220 de cara posterior es, por ejemplo, un elemento de tipo lámina tal como una lámina de acero. El elemento 220 de cara posterior está conectado a la cara 214 posterior del cuerpo principal de boquilla, y constituye una cara posterior de boquilla que se extiende desde el puerto 216 de eyección del cuerpo 210 principal de boquilla hacia el lado aguas abajo en la dirección de transporte de la lámina S de acero. Es decir, una contracara del elemento 220 de cara posterior que mira hacia la superficie de la lámina S de acero sirve como una cara posterior de boquilla.

También en el caso de una boquilla 10 de ranura tal, se satisfacen las ecuaciones (1) a (3) anteriores, y se proporciona una cara 222 inferior del elemento 220 de cara posterior que funciona como una cara posterior de boquilla y se extiende a lo largo de la superficie de la lámina S de acero hacia el lado aguas abajo en la dirección de transporte. Tal como ocurría con la boquilla 10 de ranura ilustrada en la FIGURA 5, esto puede reducir la perturbación en el flujo  $f_1$  de eyección de gas producida por la colisión entre el flujo  $f_4$  de succión de aire externo y el flujo  $f_3$  inverso, evitando una disminución en la presión de colisión cuando el flujo  $f_1$  de eyección de gas colisiona con la superficie de la lámina S de acero, y permitiendo que se mantenga la presión del flujo  $f_2$  hacia el lado aguas arriba en la dirección de transporte; por lo tanto, el líquido 5a en la lámina S de acero puede ser retirado suficientemente.

La configuración ilustrada en la FIGURA 10 puede implementarse proporcionando el elemento 220 de cara posterior en el cuerpo 210 principal de boquilla, que es una boquilla de ranura existente, requiriéndose pocos cambios en el equipamiento existente. Un dispositivo de retirada de líquido con una configuración tal también puede proporcionar un efecto de retirar líquido en la superficie de la lámina S de acero de manera suficiente.

<3. Método de retirada de líquido>

El líquido adherido a la superficie de la lámina S de acero puede retirarse haciendo que la boquilla 10 de ranura del dispositivo 1 de retirada de líquido descrito anteriormente mire hacia la superficie de la lámina S de acero y eyectando gas desde la boquilla 10 de ranura hacia la superficie de la lámina S de acero. En este instante, en primer lugar, se mide un hueco existente entre el puerto 112 de eyección de la boquilla 10 de ranura y lámina S de acero por parte del dispositivo 30 de medida de hueco. Entonces, el hueco se ajusta a un valor menor o igual a 20 mm cambiando, mediante el accionamiento de la sección de accionamiento del mecanismo 40 de ajuste de hueco, una posición de al menos un elemento de entre la boquilla 10 de ranura y la lámina S de acero sobre la base del hueco medido. A continuación, el líquido adherido a la superficie de la lámina S de acero puede retirarse mediante la eyección de gas desde la boquilla 10 de ranura hacia la superficie de la lámina S de acero mientras se desplazan en términos relativos la boquilla 10 de ranura y la lámina S de acero.

Nótese que la medida de hueco por parte del dispositivo 30 de medida de hueco y el ajuste de hueco por parte del mecanismo 40 de ajuste de hueco pueden llevarse a cabo para cada lámina S de acero diferente que deba ser procesada. Alternativamente, en el caso en el que cambie el grosor de la lámina mientras la lámina S de acero está siendo desplazada, también cambiaría una onda de borde de un borde de la lámina, y también cambiaría un tamaño permitido de hueco. Por lo tanto, el hueco puede ser medido por el dispositivo 30 de medida de hueco en tiempo real mientras se desplaza la lámina S de acero, y el hueco puede ajustarse a un valor menor o igual a 20 mm mediante el mecanismo 40 de ajuste de hueco sobre la base del valor de medición de hueco adquirido.

[Ejemplos]

En relación a una boquilla de ranura utilizada por un dispositivo de retirada de líquido de la presente invención, se ha verificado un efecto de drenaje de líquido consistente en la retirada de líquido en la superficie de una lámina de acero. En esta verificación, el dispositivo de retirada de líquido de acuerdo con la presente invención se instaló detrás de un equipo de limpieza de una línea de procesamiento de lámina de acero continua, y se midió un grosor de la película del líquido que permanecía en la superficie de la lámina de acero después de la retirada de líquido de

la superficie de la lámina de acero por parte del dispositivo de retirada de líquido. No se utilizaron ni rodillos escurridores ni una secadora. En este punto, se estableció la velocidad lineal de la lámina de acero en 100 mpm, el hueco se fijó en 3 mm, el ángulo  $\theta$  de eyección se fijó en  $45^\circ$  y el grosor  $d$  de ranura se fijó en 0,4 mm.

- 5 A continuación, se investigó la relación entre la longitud  $L$  de cara posterior de la cara posterior de la boquilla y el grosor de la película del líquido que permanecía en la superficie de la lámina de acero, habiéndose establecido el ángulo  $\alpha$  de inclinación de cara anterior en un valor de  $30^\circ$ , en relación con casos en los que el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior se estableció en  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $45^\circ$  (es decir,  $\theta + \beta = 55^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ) y con casos en los que la presión  $P_n$  de boquilla se estableció en 90 KPa, 150 KPa. Los resultados se muestran en la FIGURA 11 y en la Tabla 1. En esta verificación, en relación a seis combinaciones del ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior y la presión  $P_n$  de boquilla de los casos A a F, se evaluó un efecto de drenaje de líquido cuando se varió la longitud  $L$  de cara posterior. En la Tabla 1 más abajo, los indicadores numéricos “-1”, “-2” y “-3” de los casos A a F indican, respectivamente, casos en los que la longitud  $L$  de cara posterior tenía un valor de 15 mm, 20 mm, 25 mm.
- 10
- 15 En esta verificación, se evaluó un efecto de drenaje de líquido de acuerdo con el grosor de la película del líquido que permanecía después de la retirada de líquido en la superficie de la lámina de acero por parte del dispositivo de retirada de líquido. En funcionamiento, el drenaje de líquidos se evalúa mediante inspección visual. Normalmente, tal como se muestra en la FIGURA 13, la permanencia del líquido se reconoce de manera visual cuando el grosor de la película de líquido sobre la superficie de la lámina de acero es mayor o igual a  $0,5 \mu\text{m}$ ; en ese caso, se determina que la superficie de la lámina de acero tiene un fallo de calidad. Por consiguiente, se evaluó que se había obtenido un efecto de drenaje de líquido cuando el grosor de la película de líquido sobre la superficie de la lámina de acero era menor que  $0,5 \mu\text{m}$ . En la Tabla 1, “efecto de drenaje de líquido: SÍ (O)” indica un caso en el que el grosor de la película de líquido sobre la superficie de la lámina de acero era inferior a  $0,5 \mu\text{m}$ , y “efecto de drenaje de líquido: NO (X)” indica un caso en el que el grosor de la película de líquido sobre la superficie de la lámina de acero era mayor o igual a  $0,5 \mu\text{m}$ .
- 20
- 25

[Tabla 1]

Tabla 1:

Caso	Ángulo de eyección $\theta$ [°]	Ángulo de inclinación de cara anterior $\alpha$ [°]	Ángulo de inclinación de cara posterior $\beta$ [°]	$\beta + \theta$ [°]	Longitud de cara posterior $L$ [mm]	Grosor de ranura $d$ [mm]	Hueco $h$ [mm]	Valor de la ecuación relacional $F$ [KPa]	Presión de boquilla $P_n$ [KPa]	Grosor de película [ $\mu\text{m}$ ]	Efecto de drenaje de líquido	
Caso A-1	Ejemplo Comparativo 1	45	30	10	55	15	0,4	3	5700	90	2,4	X
Caso A-2	Ejemplo Comparativo 2	45	30	10	55	20	0,4	3	761	90	0,9	X
Caso A-3	Ejemplo Comparativo 3	45	30	10	55	25	0,4	3	160	90	0,7	X
Caso B-1	Ejemplo Comparativo 4	45	30	10	55	15	0,4	3	5700	150	2,3	X
Caso B-2	Ejemplo Comparativo 5	45	30	10	55	20	0,4	3	761	150	0,7	X
Caso B-3	Ejemplo Comparativo 6	45	30	10	55	25	0,4	3	160	150	0,54	X
Caso C-1	Ejemplo Comparativo 7	45	30	15	60	15	0,4	3	615	90	2	X
Caso C-2	Ejemplo 1	45	30	15	60	20	0,4	3	82	90	0,48	O
Caso C-3	Ejemplo 2	45	30	15	60	25	0,4	3	17	90	0,3	O
Caso D-1	Ejemplo Comparativo 8	45	30	15	60	15	0,4	3	615	150	1,9	X
Caso D-2	Ejemplo 3	45	30	15	60	20	0,4	3	82	150	0,3	O
Caso D-3	Ejemplo 4	45	30	15	60	25	0,4	3	17	150	0,14	O
Caso E-1	Ejemplo Comparativo 9	45	30	45	90	15	0,4	3	392	90	1,8	X
Caso E-2	Ejemplo 5	45	30	45	90	20	0,4	3	52	90	0,4	O

Caso E-3	Ejemplo 6	45	30	45	90	25	0,4	3	11	90	0,22	O
Caso F-1	Ejemplo Comparativo 10	45	30	45	90	15	0,4	3	392	150	1,8	X
Caso F-2	Ejemplo 7	45	30	45	90	20	0,4	3	52	150	0,4	O
Caso F-3	Ejemplo 8	45	30	45	90	25	0,4	3	11	150	0,22	O

5 De acuerdo con los resultados de verificación mostrados en la FIGURA 11 y en la Tabla 1, en relación al caso A (casos A-1, A-2, A-3) y al caso B (casos B-1, B-2, B-3), la suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior era de  $55^\circ$ , no satisfaciendo la relación de la ecuación (2) anterior. Por lo tanto, incluso aunque la presión  $P_n$  de boquilla o la longitud  $L$  de cara posterior de la cara posterior de boquilla varió, el grosor de la película del líquido sobre la superficie de la lámina de acero alcanzó un valor mayor o igual a  $0,5 \mu\text{m}$ , y no se pudo conseguir un efecto de drenaje de líquido suficiente.

10 Por otro lado, en relación a los casos C a F, la suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior fue mayor o igual a  $60^\circ$ , y la boquilla de ranura se configuró con el fin de satisfacer la ecuación (2) anterior. En relación a estos casos, el grosor de la película de líquido sobre la superficie de la lámina de acero fue mayor o igual a  $0,5 \mu\text{m}$  y no se pudo conseguir un efecto de drenaje de líquido suficiente en los casos C-1, D-1, E-1 y F-1 en los que la longitud  $L$  de cara posterior de la cara posterior de la boquilla tenía un valor menor que 20 mm, mientras que el grosor de la película de líquido sobre la superficie de la lámina de acero fue inferior a  $0,5 \mu\text{m}$  y se pudo reconocer un efecto de drenaje de líquido suficiente en los casos C-2, C-3, D-2, D-3, E-2, E-3, F-2 y F-3 en los que la longitud  $L$  de cara posterior de la cara posterior de la boquilla se estableció en un valor mayor o igual a 20 mm para satisfacer la ecuación (3) anterior. En particular, en los casos E-2, E-3, F-2 y F-3 en los que la suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior fue de  $90^\circ$ , el grosor de la película del líquido sobre la superficie de la lámina de acero fue menor, exhibiendo un mayor efecto de drenaje de agua, en comparación con los casos C-2, C-3, D-2 y D-3 en los que la suma del ángulo  $\theta$  de eyección y el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior fue de  $60^\circ$ .

25 Adicionalmente, se encontró a partir de los casos A a F que en el caso en el que las condiciones del ángulo  $\theta$  de eyección, el ángulo  $\alpha$  de inclinación de cara anterior, el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior, el grosor  $d$  de ranura y la longitud  $L$  de cara posterior de la cara posterior de la boquilla fueron las mismas, el establecimiento de la presión  $P_n$  de boquilla en un valor más alto consiguió un mayor efecto de drenaje de agua.

30 En relación a un caso en el que no se reconoció un efecto de drenaje de agua, se presume que el flujo de gas no se rectificó en la cara posterior de boquilla de la boquilla de ranura, tal como se ilustra en la FIGURA 2. Por otro lado, en relación a un caso en el que no se reconoció un efecto de drenaje de agua, se presume que el flujo de gas se hizo turbulento en la cara posterior de boquilla de la boquilla de ranura e influenció a un flujo de eyección de gas, tal como se ilustra en la FIGURA 1.

35 Adicionalmente, se investigó la relación entre el hueco  $h$  y el grosor de la película de líquido que permanecía en la superficie de la lámina de acero, habiéndose establecido la presión  $P_n$  de boquilla en un valor de 90 KPa, en relación a un caso en el que el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior se estableció en  $10^\circ$  ( $\theta + \beta = 55^\circ$ ) y la longitud  $L$  de cara posterior de la boquilla de ranura se estableció en un valor de 15 mm (caso A-1 (Ejemplo Comparativo 1) en la Tabla 1), a un caso en el que el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior se estableció en  $15^\circ$  ( $\theta + \beta = 60^\circ$ ) y la longitud  $L$  de cara posterior de la boquilla de ranura se estableció en un valor de 20 mm (caso C-2 (Ejemplo 1) en la Tabla 1), y a un caso en el que el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior se estableció en  $45^\circ$  ( $\theta + \beta = 90^\circ$ ) y la longitud  $L$  de cara posterior de la boquilla de ranura se estableció en un valor de 25 mm (caso E-3 (Ejemplo 6) en la Tabla 1). Los resultados se muestran en la FIGURA 12.

45 Tal como se muestra en la FIGURA 12, en el caso A-1 (Ejemplo Comparativo 1) en la Tabla 1, incluso aunque el hueco  $h$  se varió entre 3 mm y 20 mm, las ecuaciones (1) a (3) anteriores no se satisficieron. Por lo tanto, el flujo en la cara posterior de boquilla se hizo turbulento, y el grosor de la película de líquido sobre la superficie de la lámina de acero fue mayor o igual a  $0,5 \mu\text{m}$ . Por otro lado, en el caso C-2 (Ejemplo 1) y en el caso E-3 (Ejemplo 6) en la Tabla 1, las fórmulas (1) a (3) anteriores se satisficieron siempre incluso aunque el hueco  $h$  se varió entre 3 mm y 20 mm, y se consiguió que el grosor de la película de líquido sobre la superficie de la lámina de acero fuese menor que  $0,5 \mu\text{m}$ .

50 La descripción anterior muestra que una configuración de boquilla de ranura del dispositivo de retirada de líquido de la presente invención puede evitar la ocurrencia de un fallo de calidad de la superficie de una lámina de acero y proporcionar un efecto de drenaje de líquido suficiente.

55 Nótese que, en relación al ángulo  $\alpha$  de inclinación de cara anterior, solamente el ángulo  $\alpha$  de inclinación de cara anterior en los casos A a F fue cambiado a  $35^\circ$ , y se llevó a cabo la verificación en condiciones similares a aquellas

- 5 correspondientes a la verificación de la FIGURA 11. Los casos G a I en la FIGURA 14 corresponden, respectivamente, a los casos A a F en la FIGURA 11. Tal como se muestra en la FIGURA 14, incluso en el caso en el que el ángulo  $\theta$  de eyección, el ángulo  $\beta$  de inclinación de cara posterior, la longitud L de cara posterior de la cara posterior de la boquilla, el grosor d de la ranura, el hueco h y la presión  $P_h$  de boquilla satisficieron las relaciones de las ecuaciones (1) a (3) anteriores de acuerdo con los resultados de la FIGURA 11, el grosor de la película de líquido sobre la superficie de la lámina de acero tenía un valor mayor o igual a  $0,5 \mu\text{m}$ , y no se pudo conseguir un efecto de drenaje de líquido suficiente. Por lo tanto, el ángulo  $\alpha$  de inclinación de cara anterior se fija preferiblemente a un valor menor o igual a  $30^\circ$ .
- 10 La(s) realización(es) preferida(s) de la presente invención se ha(n) descrito más arriba haciendo referencia a los dibujos adjuntos, pero la presente invención no está limitada a los ejemplos anteriores. Una persona experta en la técnica podrá encontrar diversas alteraciones y modificaciones en el seno del alcance de las reivindicaciones anexas, y debería entenderse que entrarán de manera natural en el alcance técnico de la presente invención.
- 15 Por ejemplo, en la presente realización, se ofrece una descripción de un caso en el que el dispositivo 1 de retirada de líquido que incluye la boquilla 10 de ranura está fijo mientras que la lámina S de acero se mueve en relación a la boquilla 10 de ranura al ser transportada por un dispositivo transportador, pero la presente invención no está limitada a este ejemplo. Por ejemplo, el dispositivo de retirada de líquido de la presente invención también puede aplicarse a un caso en el que un elemento de tipo lámina está estacionario, y un dispositivo de retirada de líquido que incluye una boquilla de ranura se mueve en términos relativos en una dirección paralela al elemento de tipo lámina mediante un mecanismo de movimiento de boquilla.
- 20

Lista de signos de referencia

- 25 1 dispositivo de retirada de líquido  
 10 boquilla de ranura  
 20 tubería de suministro de aire  
 30 dispositivo de medida de hueco  
 40 mecanismo de ajuste de hueco  
 41 sección de accionamiento  
 30 51, 53, 55 elemento de soporte  
 102 cara anterior de boquilla  
 104 cara posterior de boquilla  
 110 canal de flujo de gas  
 35 112, 216 puerto de eyección  
 210 cuerpo principal de boquilla  
 212 cara anterior del cuerpo principal de boquilla  
 214 cara posterior del cuerpo principal de boquilla  
 220 elemento de cara posterior  
 40 S lámina de acero

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para retirar líquido que retira líquido adherido a una superficie de una lámina (S) de acero que ha sido sometida a un paso de decapado para retirar la costra de oxidación, en donde el método para retirar líquido comprende:

utilizar un dispositivo (1) de retirada de líquido, que comprende

una boquilla (10) de ranura que eyecta gas desde un puerto (112; 216) de eyección hacia la superficie de una lámina (S) de acero;  
 un dispositivo (30) de medida de hueco que mide un hueco existente entre el puerto (112; 216) de eyección de la boquilla (10) de ranura y la lámina (S) de acero; y  
 un mecanismo (40) de ajuste de hueco que ajusta el hueco sobre la base del resultado de una medida llevada a cabo por el dispositivo (30) de medida de hueco,  
 en donde  
 la boquilla (10) de ranura está instalada de manera que eyecta gas desde un lado aguas abajo hacia un lado aguas arriba en una dirección de movimiento de la lámina (S) de acero que se mueve en relación a la boquilla de ranura;  
 la dirección de movimiento de la lámina (S) de acero es una dirección horizontal; y  
 la boquilla (10) de ranura satisface las siguientes ecuaciones relacionales:

[Mat 1]

$$P_n \geq 2.0 \times 10^{10} (h/d)^{0.6} \left( \frac{1}{1 + \exp(\beta + \theta - 58)} + 1 \right)^4 L^{-7}, \beta + \theta \geq 60^\circ, L \geq 20mm,$$

en donde

la presión de gas en el interior de la boquilla (10) de ranura se define como presión  $P_n$  [KPa] de boquilla;  
 un ángulo formado por una dirección perpendicular a la superficie de la lámina (S) de acero y una dirección de eyección del gas se define como un ángulo  $\theta$  [°] de eyección;  
 un ángulo formado por la dirección de eyección del gas y una cara (104) posterior de boquilla que es una cara dispuesta desde el puerto (112; 216) de eyección de la boquilla (10) de ranura hacia el lado aguas abajo en la dirección de movimiento se define como un ángulo  $\beta$  [°] de inclinación de cara posterior;  
 una longitud de la cara (104) posterior de boquilla en la dirección de movimiento se define como L [mm];  
 el hueco se define como h [mm]; y  
 un grosor de ranura de la boquilla (10) de ranura se define como d [mm],  
 en donde el método para retirar líquido comprende adicionalmente

un paso de medir, en el que el dispositivo (30) de medida de hueco mide un hueco existente entre el puerto (112; 216) de eyección de la boquilla (10) de ranura y la lámina (S) de acero;  
 un paso de ajustar hueco, en el que se ajusta el hueco a un valor menor o igual a 20 mm cambiando una posición de al menos un elemento de entre la boquilla (10) de ranura y lámina (S) de acero sobre la base del hueco medido; y  
 un paso de retirar líquido, en el que se retira el líquido adherido a la superficie de la lámina (S) de acero mediante la eyección de gas desde la boquilla (10) de ranura hacia la superficie de la lámina (S) de acero mientras se produce un movimiento relativo entre la boquilla (10) de ranura y lámina (S) de acero.

2. El método para retirar líquido según la reivindicación 1, en donde la lámina (S) de acero se desplaza en la dirección de movimiento mediante una mesa de rodillos que transporta la lámina de acero, y, en el paso de ajustar hueco, el mecanismo (40) de ajuste de hueco ajusta el hueco cambiando una posición de la mesa de rodillos sobre la que está situada la lámina (S) de acero.

3. El método para retirar líquido según las reivindicaciones 1 ó 2, en donde, en el paso de medir, el dispositivo (30) de medida de hueco mide el hueco en cada una de las posiciones de medida cerca de ambos extremos del puerto (112; 216) de eyección de la boquilla (10) de ranura en una dirección longitudinal, y, en el paso de ajustar el hueco, el mecanismo (40) de ajuste de hueco ajusta el hueco en cada una de las posiciones de medida a un valor menor o igual a 20 mm.

4. El método para retirar líquido según la reivindicación 3, en donde el dispositivo (30) de medida de hueco es un telémetro láser.

- 5 5. El método para retirar líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la boquilla (10) de ranura está fija y la lámina (S) de acero se mueve en relación a la boquilla (10) de ranura al ser desplazada en la dirección de movimiento por un dispositivo transportador.
6. El método para retirar líquido según la reivindicación 5, en donde el dispositivo transportador es una mesa de rodillos sobre la que se sitúa la lámina (S) de acero.
- 10 7. El método para retirar líquido según la reivindicación 5, en donde el dispositivo transportador es un dispositivo de enrollado/desenrollado que incluye un carrete de descarga que desenrolla la lámina (S) de acero arrollada en forma de bobina, y un carrete de tensión que enrolla, dotando de forma de bobina, la lámina (S) de acero de la que se ha retirado el líquido.
- 15 8. El método para retirar líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la lámina (S) de acero es estacionaria y la boquilla (10) de ranura se mueve en relación a la lámina (S) de acero mediante un mecanismo de movimiento de boquilla.
- 20 9. El método para retirar líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la boquilla (10) de ranura incluye
- 25 un cuerpo (210) principal de boquilla que incluye un puerto (112; 216) de eyección, y un canal (110) de flujo de gas que guía, hasta el puerto (112; 216) de eyección, al gas que se suministra externamente, y un elemento (220) de cara posterior que posee la cara (104) posterior de boquilla proporcionada para extenderse desde el puerto (112; 216) de eyección del cuerpo (210) principal de boquilla hacia el lado aguas abajo en la dirección de movimiento de la lámina (S) de acero, y la cara (104) posterior de boquilla es una contracara del elemento (210) de cara posterior que mira hacia la superficie de la lámina (S) de acero.
- 30 10. El método para retirar líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el hueco es reajustado mediante la ejecución del paso de medir y del paso de ajustar hueco cada vez que cambia un grosor de lámina de la lámina (S) de acero.

FIG. 1

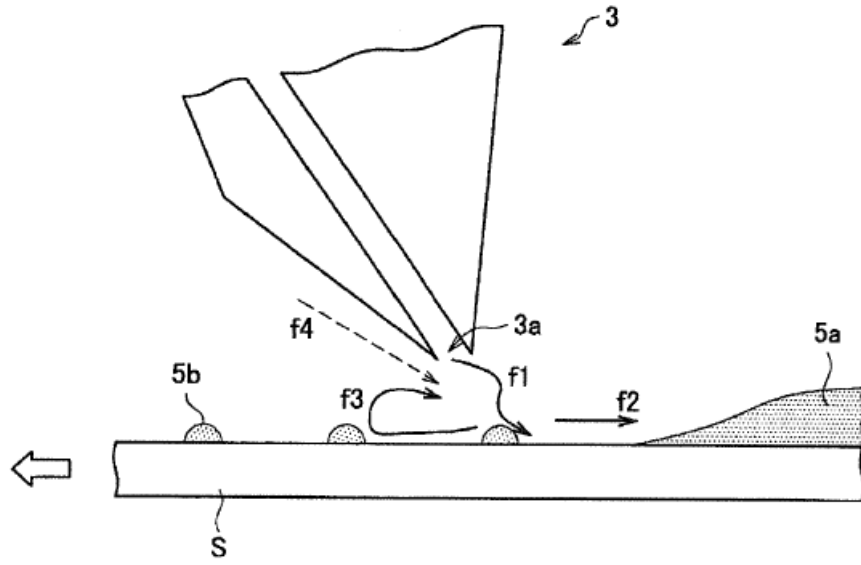


FIG. 2

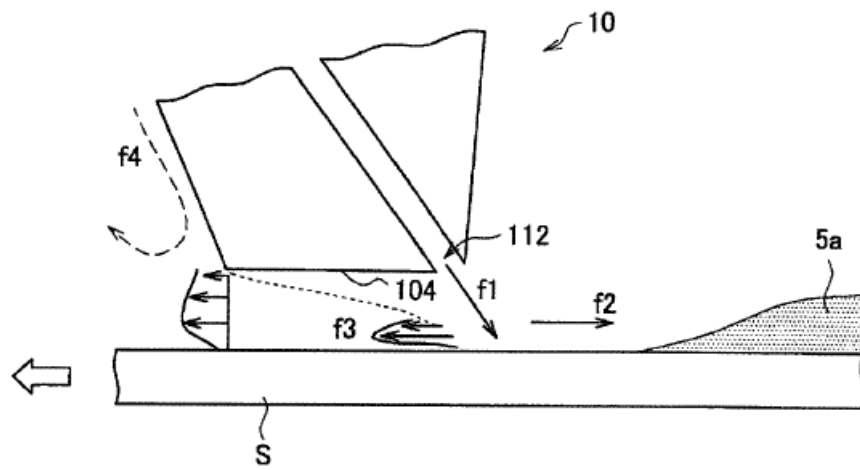


FIG. 3

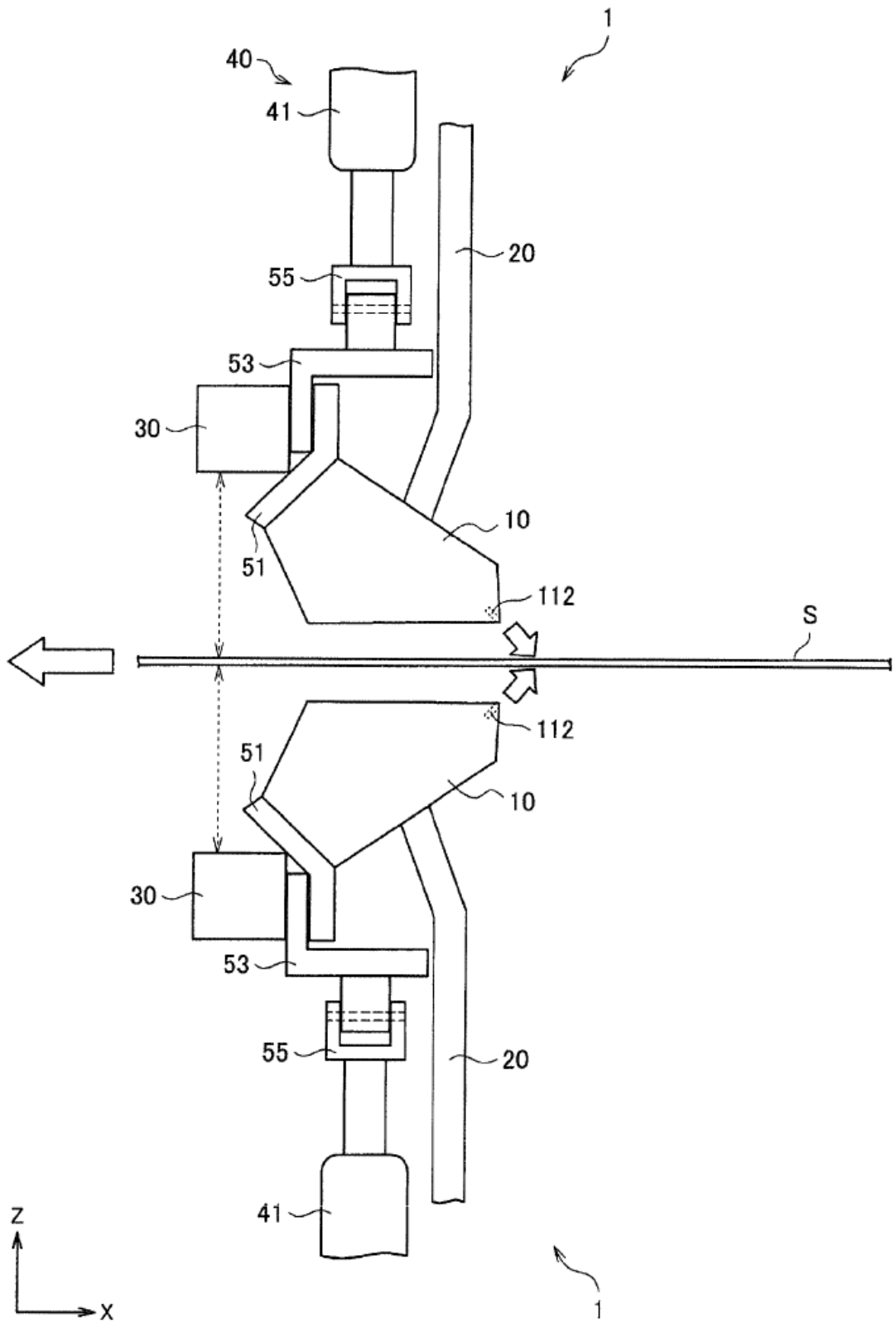


FIG. 4

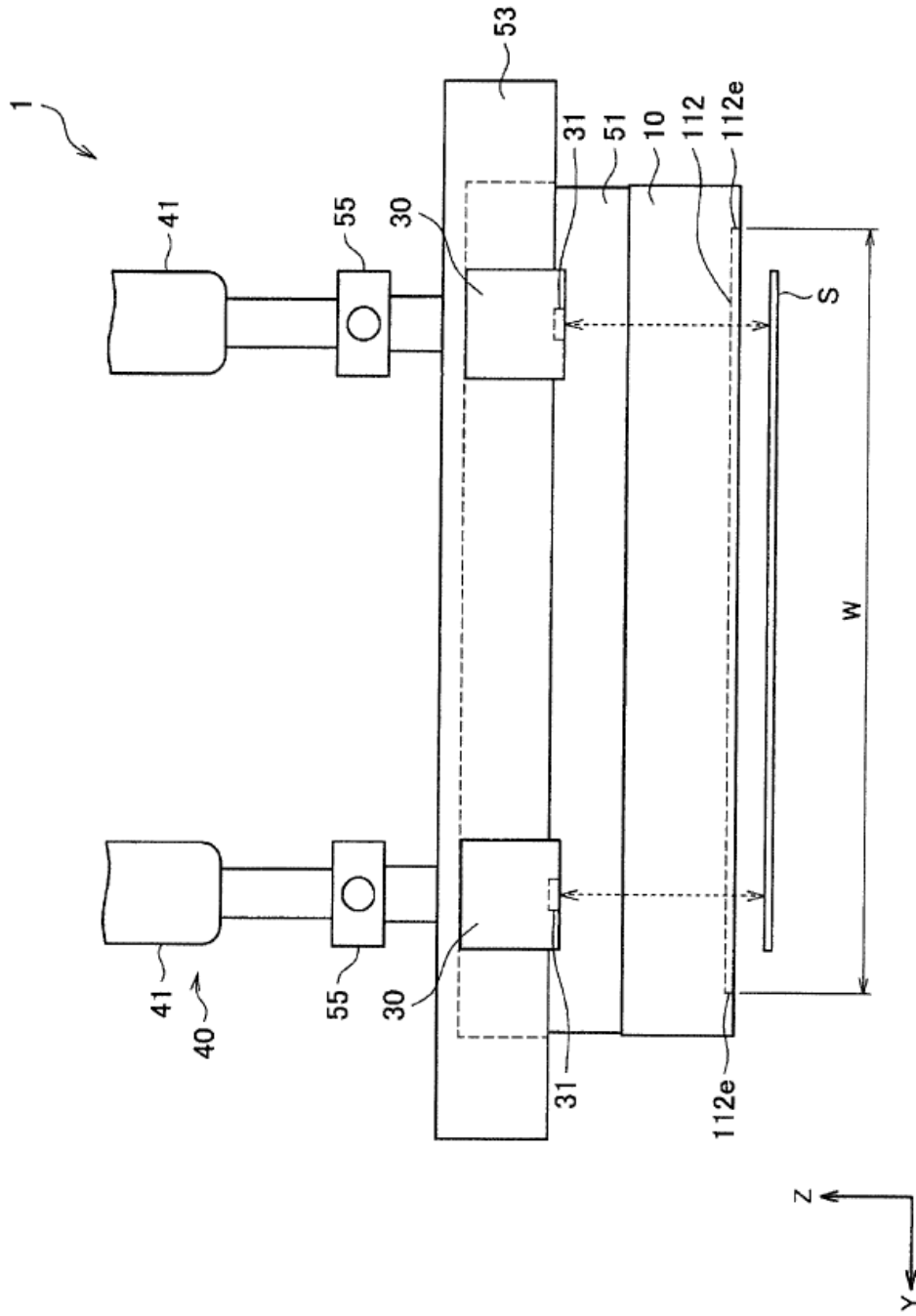


FIG. 5

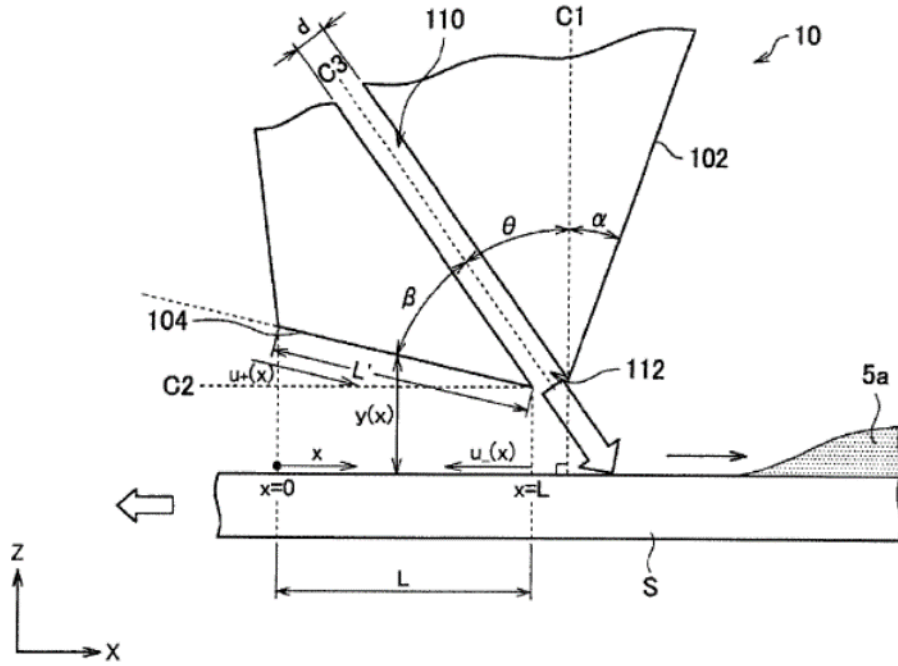


FIG. 6

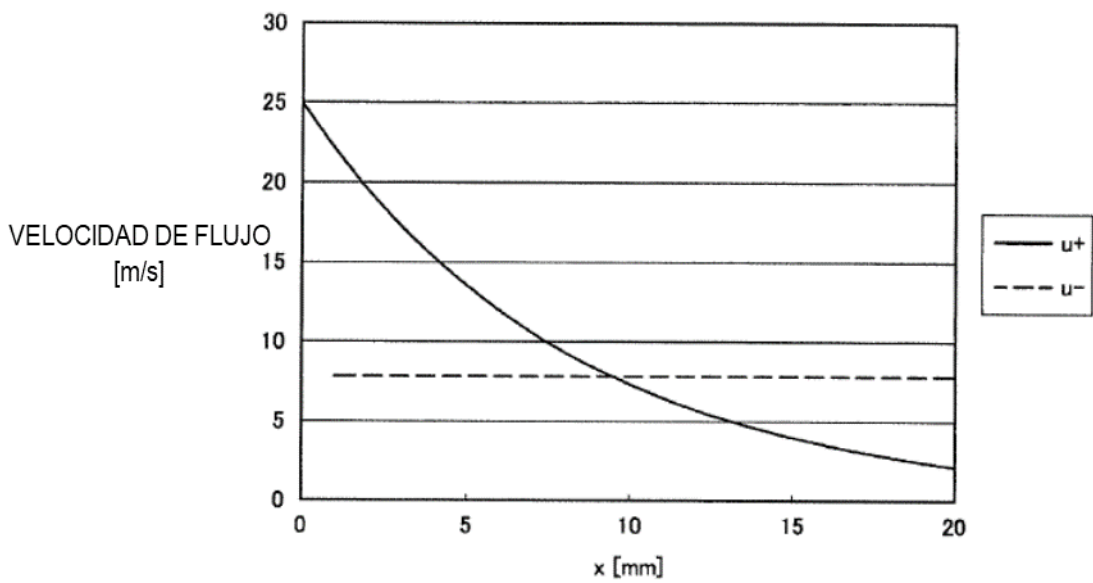


FIG. 7

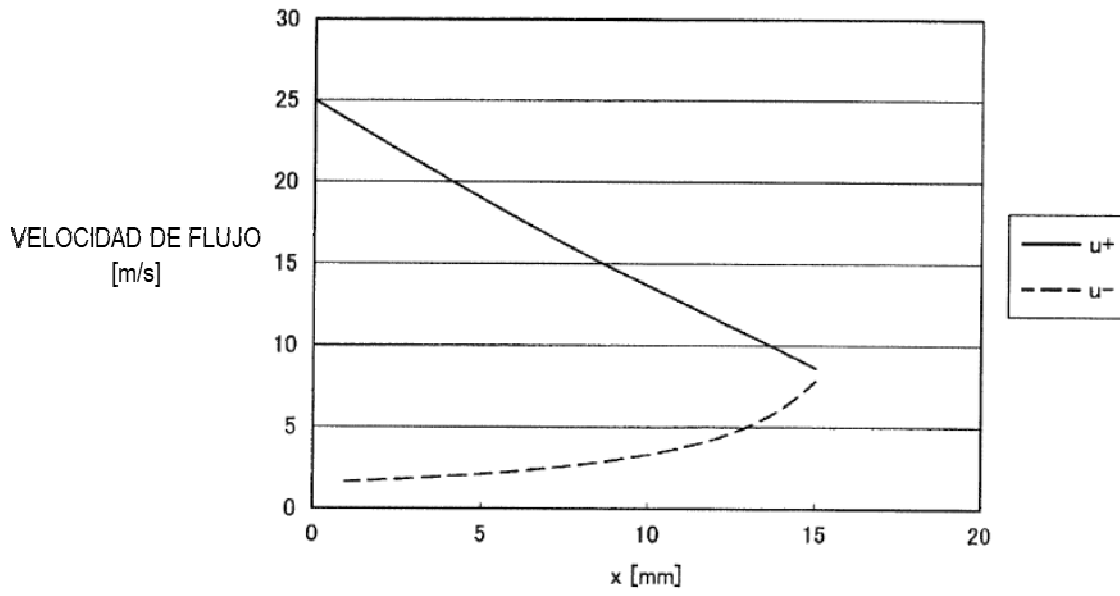


FIG. 8

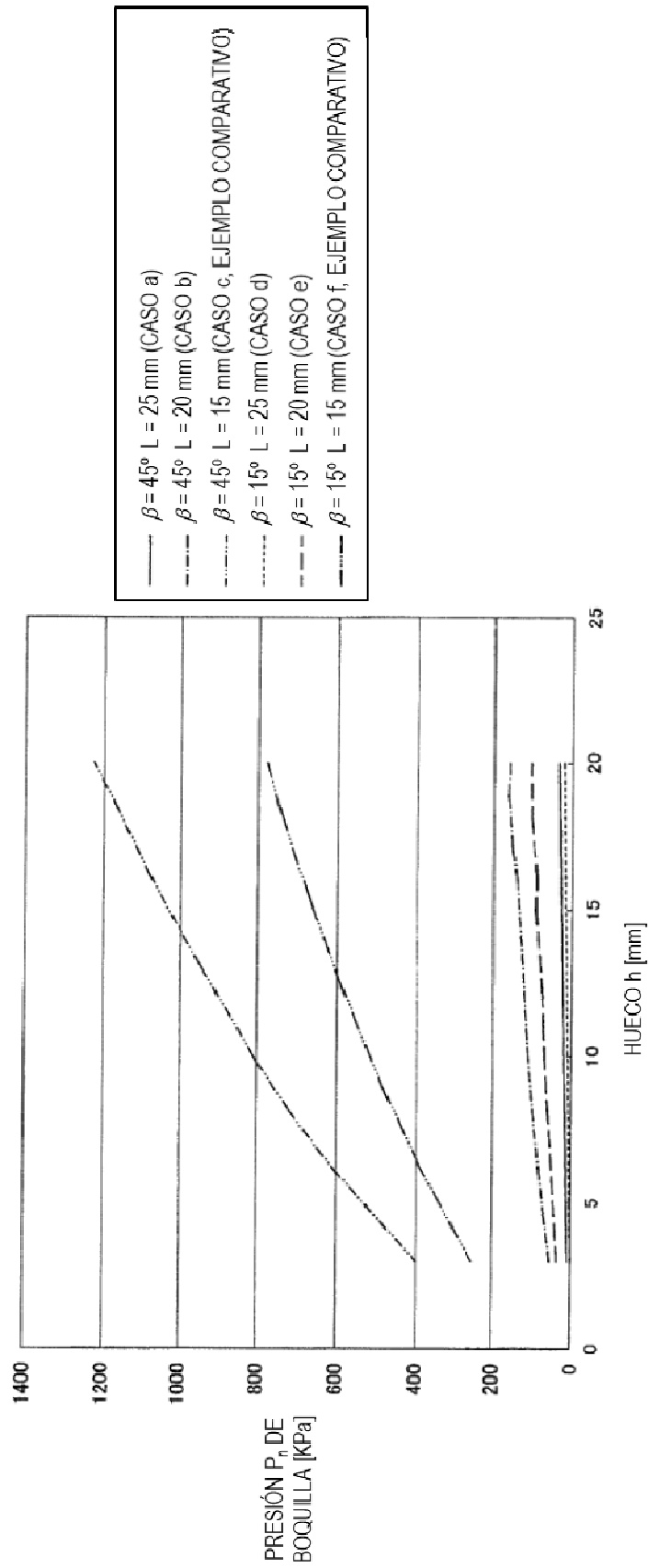




FIG. 11

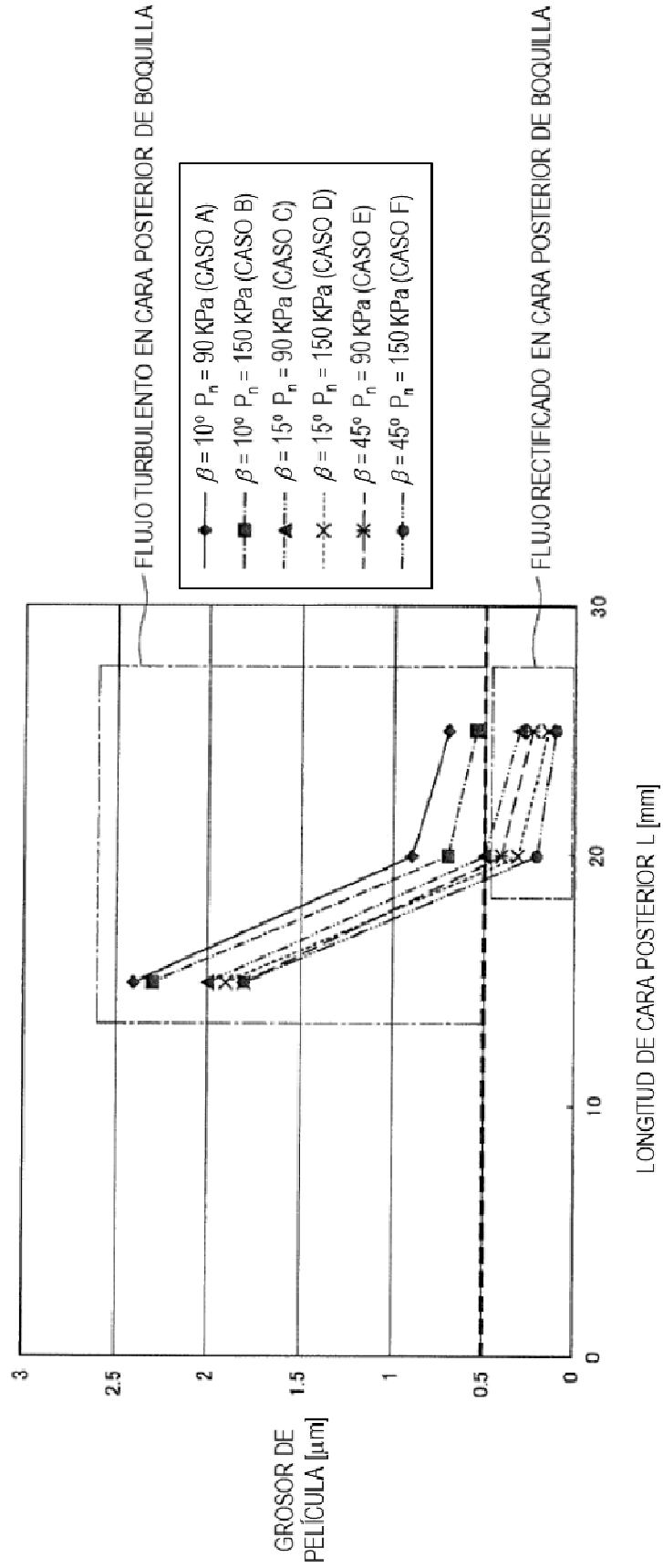


FIG. 12

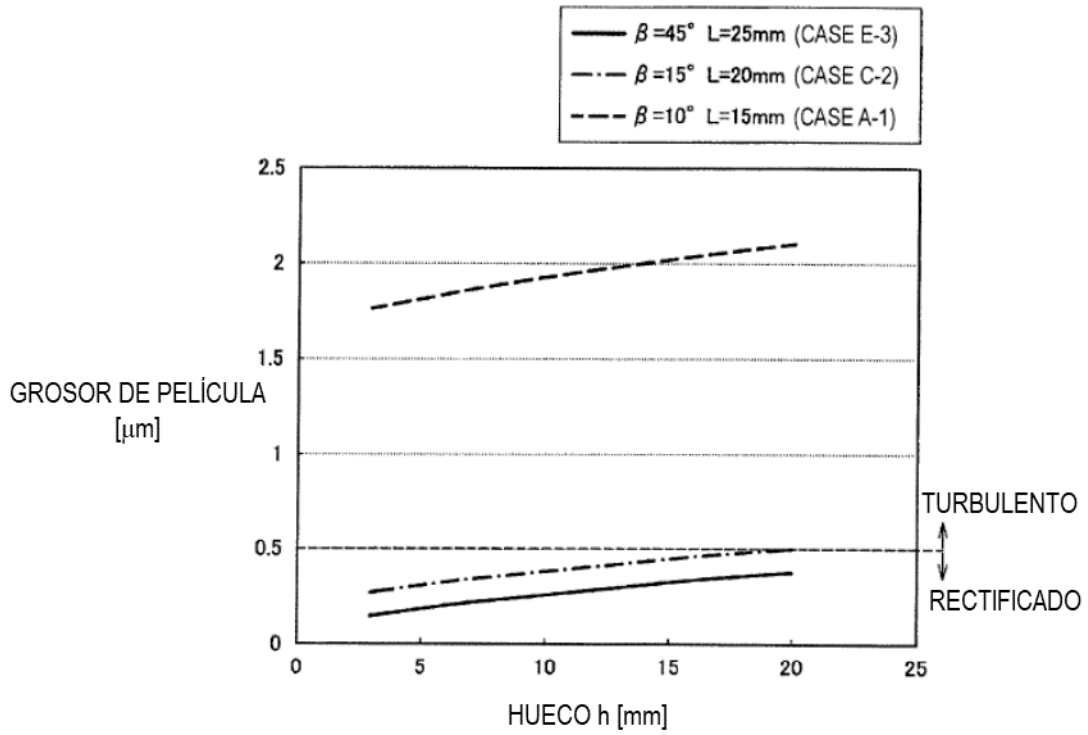


FIG. 13

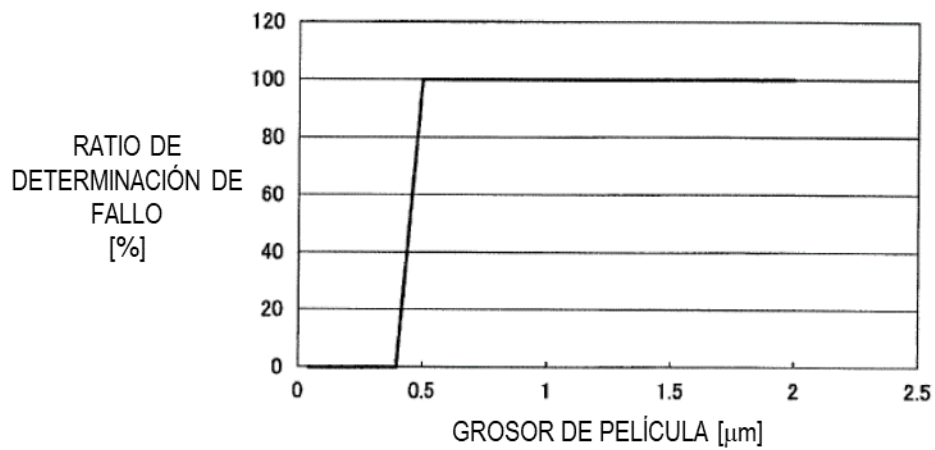


FIG. 14

