



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 594**

51 Int. Cl.:
B21B 45/02 (2006.01)
C21D 9/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08300145 .3**
96 Fecha de presentación : **14.03.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2100673**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.09.2009**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de soplado de gas sobre una banda circulante.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.05.2011

73 Titular/es: **ARCELORMITTAL FRANCE**
1-5, rue Luigi Cherubini
93200 Saint Denis, FR

72 Inventor/es: **Muller, Jérôme;**
Elias, Akli;
Petes, Thierry;
Santi, Ivan;
Durighello, Paul y
Beaujard, Karen

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 359 594 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

Procedimiento y dispositivo de soplado de gas sobre una banda circulante

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere al soplado de gas o de una mezcla de agua/ gas en una banda circulante con la finalidad de actuar sobre su temperatura para enfriarla o para recalentarla. El documento EP-A0761B29 describe un procedimiento y un dispositivo según los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 10.
- 10 **[0002]** A la salida de determinadas instalaciones de tratamiento de bandas metálicas circulantes, están dispuestas las cámaras de refrigeración en las cuales las bandas desfilan verticalmente entre dos módulos de soplado de gas destinados a enfriar la banda, pudiendo el gas ser aire o un gas neutro, o bien una mezcla de gas neutro.
- 15 **[0003]** Los módulos de soplado están constituidos, en general, por cajones de reparto alimentados con gas a presión, comprendiendo cada uno una cara provista de aberturas que constituyen unas toberas, dispuestas una frente a la otra de parte y otra de una zona de soplado atravesada por la banda circulante.
- 20 **[0004]** Las aberturas pueden ser o bien hendiduras que se extienden sobre toda la anchura de la banda, o bien aberturas puntuales dispuestas en red bidimensional para repartir los chorros de gas sobre una superficie que se extiende sobre la anchura y sobre una determinada longitud de la zona de circulación de la banda. Con la finalidad de equilibrar los efectos de los chorros generados por cada uno de los módulos de soplado dispuestos uno frente al otro, los módulos están adaptados para que los chorros de un módulo queden frente a los chorros del otro módulo.
- 25 **[0005]** Se constata que el soplado de gas genera vibraciones de la banda circulante lo cual se traduce en unas deformaciones en torsión y desplazamientos laterales de la banda de un módulo de soplado al otro módulo de soplado que tiene enfrente. Las deformaciones en torsión se hacen por torsión de la banda alrededor de un eje generalmente paralelo a la dirección de circulación de la banda. Los desplazamientos laterales se realizan por desplazamiento de la banda en una dirección perpendicular al plano mediano de la zona de circulación de la banda, generalmente paralela a la superficie de la banda. Estas vibraciones son tanto más considerables cuanto más elevada es la intensidad del soplado. De ello resulta que la intensidad del soplado, y por lo tanto de la refrigeración,
- 30 debe limitarse para evitar vibraciones demasiado elevadas que puedan conducir al deterioro de las bandas.
- 35 **[0006]** Con el fin de dar remedio a este inconveniente, se ha propuesto acortar los cajones de soplado de tal manera que se pueda disponer una pluralidad de cajones separados por unos medios de mantenimiento de la banda tales como unos rodillos o medios de estabilización aerólica. Sin embargo, estos dispositivos presentan el inconveniente o bien de imponer un contacto de la banda con rodillos estabilizadores, lo cual no se adapta a determinadas aplicaciones tal como el refrigeración a la salida de la galvanización en caliente, o bien de imponer refrigeraciones particulares en las zonas de estabilización aerólicas que están mal controladas. Estos dispositivos provistos de rodillos estabilizadores son conocidos de EP 0 761 829.
- 40 **[0007]** También se ha propuesto estabilizar la banda actuando sobre la tracción de la banda, y en especial aumentándola. Sin embargo, esta técnica presenta el inconveniente de generar restricciones importantes en la banda que pueden tener un efecto desfavorable en sus propiedades.
- 45 **[0008]** También se ha intentado reducir las vibraciones de la banda actuando sobre las velocidades de soplado o las distancias entre las cabezas de las toberas y la banda o el caudal de soplado. Sin embargo, todos estos medios llevan a una disminución de la eficacia de refrigeración y por lo tanto de las prestaciones de la instalación.
- 50 **[0009]** Finalmente se han propuesto dispositivos en los cuales una pluralidad de toberas se alimentan con unos cajones de reparto, siendo las toberas unos tubos que se extienden en la dirección de la superficie de la banda a enfriar, estando los tubos inclinados perpendicularmente con respecto a la superficie de la banda, siendo la inclinación de los tubos mayor cuanto más alejados están de la línea media de la zona de paso de una banda. En este dispositivo, las toberas están dispuestas según unas redes bidimensionales de tal manera que los puntos de impacto de los chorros de gas sobre cada cara de la banda quedan enfrentados entre sí. Este dispositivo presenta el inconveniente en especial de generar vibraciones de la banda que obligan a limitar la presión de soplado, y por lo
- 55 tanto la eficacia del refrigeración.
- 60 **[0010]** El objetivo de la presente invención es dar remedio a estos inconvenientes proponiendo un medio de actuar sobre la temperatura de una banda circulante por soplado de un gas que, durante el paso en la zona de refrigeración o de recalentación, genera vibraciones de la banda en el paso de la zona de refrigeración o de recalentación limitadas, incluso a presiones de soplado elevadas.

- [0011]** A tal efecto, la invención se refiere a un procedimiento de acción sobre la temperatura de una banda circulante por soplado de gas según el cual se proyecta sobre cada cara de la banda una pluralidad de chorros de gas que se extienden en la dirección de la superficie de la banda, y dispuestos de tal manera que los impactos de los chorros de gas sobre cada cara de la banda estén repartidos en los nodos de una red bidimensional. Los impactos de los chorros sobre una cara no están frente a los impactos de los chorros sobre la otra cara, y los chorros de gas son emitidos por toberas tubulares alimentadas por al menos un cajón de reparto y que se extienden a distancia del cajón de reparto de manera que se deja libre un espacio de circulación del gas en retorno paralelamente al sentido longitudinal de la banda y perpendicularmente al sentido longitudinal de la banda.
- 5
- [0012]** Los chorros de gas pueden ser perpendiculares a la superficie de la banda.
- [0013]** El eje de al menos un chorro de gas puede formar un ángulo con la perpendicular a la superficie de la banda.
- [0014]** Preferentemente, las redes bidimensionales de reparto de los impactos de chorros sobre cada una de las caras de la banda son periódicas, de mismo tipo y de mismo paso.
- 15
- [0015]** Las redes son por ejemplo del tipo hexagonal.
- [0016]** Más preferentemente, los impactos de los chorros sobre una misma cara de la banda están repartidos en los nodos de la red bidimensional para formar una malla poligonal compleja cuyo número de lados está comprendido entre 3 y 20, de periodicidad igual a 1 paso en el sentido transversal a la banda y comprendida entre 3 y 10 pasos en el sentido longitudinal de la banda, de tal manera que las trazas de los impactos de los chorros de soplado adyacentes estén unidas sobre una cara de la banda en el sentido transversal de dicha banda. Se notará que el carácter contiguo de las trazas de los impactos de chorros de soplado adyacentes significa que las trazas pueden también solaparse.
- 20
- [0017]** Preferentemente, la red correspondiente a una cara y la red correspondiente a la otra cara están desplazadas entre sí y la separación está comprendida entre 1/4 de paso y 3/4 de paso.
- 25
- [0018]** El gas puede ser un gas de refrigeración, una mezcla gas/ agua, o también un gas caliente, en especial un gas de combustión de un quemador.
- 30
- [0019]** La invención también se refiere a un dispositivo que comprende al menos dos módulos de soplado dispuestos uno frente al otro de parte y otra de una zona de circulación de una banda, estando cada módulo de soplado constituido por una pluralidad de toberas tubulares que se extienden desde al menos un cajón de reparto, en dirección de la zona de circulación de una banda, estando las toberas dispuestas de modo que los impactos de los chorros sobre cada cara de una banda están repartidos en los nodos de una red bidimensional, y los módulos de soplado están adaptados para que los impactos de chorros sobre una cara no estén frente a los impactos de chorros sobre la otra cara.
- 35
- [0020]** Preferentemente, las redes bidimensionales, según las cuales los impactos de chorros están repartidos, son unas redes periódicas de mismo tipo y de mismo paso.
- 40
- [0021]** Las redes pueden ser de tipo hexagonal.
- 45
- [0022]** Más preferentemente, los impactos de los chorros sobre una misma cara de la banda están repartidos en los nodos de la red bidimensional para formar una malla poligonal compleja cuyo número de lados está comprendido entre 3 y 20, de periodicidad igual a 1 paso en el sentido transversal a la banda y comprendida entre 3 y 10 pasos en el sentido longitudinal de la banda, de tal manera que las trazas de los impactos de los chorros de soplado adyacentes estén unidas sobre una cara de la banda en el sentido transversal de dicha banda.
- 50
- [0023]** Preferentemente, los módulos de soplado están adaptados para que la red correspondiente a una cara y la red correspondiente a la otra cara estén desplazados entre sí, estando la separación comprendida entre 1/4 de paso y 3/4 de paso.
- 55
- [0024]** Los ejes de soplado de las toberas pueden ser perpendiculares al plano de circulación de una banda.
- [0025]** El eje de soplado de al menos una tobera puede formar un ángulo con la perpendicular al plano de circulación de una banda.
- 60
- [0026]** Los orificios de soplado de las toberas pueden tener una sección redonda, poligonal, oblonga o en forma de hendidura.

[0027] Los módulos de soplado son del tipo con recuperación de gas o sin recuperación de gas.

5 **[0028]** Preferentemente, cada módulo de soplado está constituido por un cajón de reparto sobre el cual las toberas de soplado están implantadas.

10 **[0029]** La invención se aplica en especial a las instalaciones de tratamiento en continuo de bandas metálicas delgadas tales como los bandas de acero o de aluminio. Estos tratamientos son por ejemplo recocidos continuos, tratamientos de revestimiento por templado tales como la galvanización o estañado. Permite obtener intensidades elevadas de intercambios térmicos con la banda sin generar vibraciones inaceptables de la banda.

[0030] La invención se describirá a continuación de manera más precisa pero no limitativa con referencia a las figuras adjuntas en las cuales:

15 - la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de una banda circulante en un módulo de refrigeración por soplado de un gas;

- la figura 2 es una vista del reparto de los impactos de chorros de gas sobre las zonas de soplado de una primera cara y de la segunda cara de una banda;

20 - la figura 3 muestra la superposición de los repartos de los impactos de chorros de refrigeración en las dos caras de una misma banda;

25 - la figura 4 es una representación esquemática de la medida del desplazamiento lateral de una banda en un dispositivo de refrigeración;

- la figura 5 representa la evolución del desplazamiento lateral de la banda en un dispositivo de refrigeración por soplado por un lado en el caso en el que los chorros de soplado de una cara y de otra cara están desplazadas entre sí, y por otro lado en el caso en el que los chorros de las dos caras están uno frente al otro;

30 - la figura 6 es una representación de la torsión media de una banda circulante en un dispositivo de refrigeración por soplado en función de la presión de soplado, por un lado en el caso en el que los chorros de soplado de las dos caras están desplazadas entre sí, y por otro lado en el caso en el que los chorros de soplado de las dos caras están enfrentadas entre sí;

35 - la figura 7 representa la evolución del desplazamiento lateral de la banda en un dispositivo de refrigeración por soplado por un lado en el caso en el que la banda está refrigerada mediante un dispositivo de soplado conforme a la invención, y por otro lado en el caso en el que la banda está refrigerada por un dispositivo de soplado a través de hendiduras conforme al estado de la técnica;

40 - la figura 8 es la representación esquemática de la salida de una instalación de revestimiento por templado provista de un dispositivo de refrigeración.

45 - la figura 9 representa la evolución del desplazamiento lateral de la banda refrigerada en un dispositivo de refrigeración por soplado en la instalación de revestimiento por templado de la figura 8, medida al nivel del módulo de secado, por un lado en el caso en el que los chorros de soplado de una cara y de otra cara están desplazadas entre sí, y por otro lado en el caso en el que los chorros de soplado de las dos caras están uno frente al otro;

50 - la figura 10 representa la evolución del desplazamiento lateral de la banda refrigerada en un dispositivo de refrigeración por soplado en la instalación de revestimiento por templado de la figura 8, medido al nivel del módulo de refrigeración, por un lado en el caso en el que los chorros de soplado de una cara y de otra cara están desplazadas entre sí, y por otro lado en el caso en el que los chorros de soplado de las dos caras están uno frente al otro;

55 - la figura 11 presenta la evolución del coeficiente de intercambio térmico en función de la potencia de soplado de los módulos de soplado, en un dispositivo de refrigeración por soplado de la figura 8, por un lado según la invención en la que los chorros de soplado de una cara y de otra cara están desplazados entre sí, y por otro lado en un dispositivo de refrigeración conforme al estado de la técnica en el que los chorros de soplado de las dos caras están uno frente al otro;

60

- la figura 12 representa un reparto de los impactos de los chorros de gas sobre una cara de una banda circulante que garantiza un soplado uniforme sobre la superficie de la banda.

5 **[0031]** La instalación de refrigeración por soplado de un gas referenciado generalmente por 1 en la figura 1 está constituida por dos módulos de soplado 2 y 3 dispuestos de parte y otra de una banda circulante 4. Cada módulo de soplado está constituido por un cajón de reparto 21 por un lado y 31 por otro lado, ambos alimentados con gas a presión.

10 **[0032]** Cada uno de los cajones de reparto es de forma generalmente paralelepípedica con una cara 22 para uno y 32 para el otro, de forma generalmente rectangular, dispuestas enfrentadas entre sí y en los cuales están implantadas una pluralidad de toberas de soplado cilíndricas 23 por un lado y 33 por el otro. Estas toberas cilíndricas son unos tubos de una longitud del orden de 100 mm y que puede estar comprendida entre 20 mm y 200 mm, preferentemente entre 50 y 150 mm, y con un diámetro interior por ejemplo de 9,5 mm pero que puede estar ser comprendido entre 4 mm y 60 mm. Estos tubos están repartidos sobre las caras 22 y 32 de los cajones de reparto de
15 manera que los impactos de los chorros de soplado sobre una cara de la banda estén repartidos según una red bidimensional que, preferentemente, es una red periódica cuya malla puede ser cuadrada o en rombo de tal manera que pueda constituir un reparto de tipo hexagonal. La distancia entre dos tubos adyacentes es por ejemplo de 50 mm, y puede estar comprendida entre 40 mm y 100 mm. El número de toberas por cara de un cajón de reparto de un módulo de refrigeración, puede alcanzar algunas centenas. La distancia entre la cabeza de las toberas y la banda
20 puede estar comprendida entre 50 y 250 mm. Con la finalidad de obtener un tal reparto de los impactos de los chorros sobre la banda, cuando las toberas generan chorros paralelos entre sí, el reparto de las toberas sobre cada cajón se hace según una red bidimensional idéntica a la red bidimensional de reparto de los impactos de chorros sobre la banda. Sin embargo, cuando los chorros no son todos paralelos entre sí, el reparto de las toberas sobre un cajón es diferente al del reparto de los impactos de los chorros sobre la superficie de la banda.

25 **[0033]** En el modo de realización, representado en la figura 2, los tubos están repartidos para que los impactos 24 de los chorros emitidos por el módulo de soplado 2 sobre la cara A de la banda estén repartidos en los nodos de una red bidimensional que, en el ejemplo representado, es una red periódica del tipo hexagonal, cuyo paso p está indicado. Las toberas de soplado del segundo módulo de soplado 3, están distribuidas sobre el cajón de reparto 31 de manera que los impactos 34 de los chorros de gas sobre la cara B de la banda también se repartan en los nodos de una red bidimensional periódica de tipo también hexagonal, y de malla también igual a p . Las dos redes bidimensionales correspondiente por un lado a la cara A y por otro lado a la cara B están desplazadas entre sí de tal manera que los impactos 34 de los chorros de gas de la cara B no queden frente a los impactos 24 de los chorros de gas sobre la cara A, de manera que estos impactos estén al trespelillo.

35 **[0034]** La separación está adaptada para que los impactos de los chorros sobre una cara estén frente a los espacios que se dejan libres entre los impactos de los chorros sobre la otra cara.

40 **[0035]** De este modo, tal como se representa en la figura 3, en la cual los impactos de los chorros sobre la cara A y los chorros sobre la cara B están representados de manera superpuesta, se obtiene un reparto denso del conjunto de los puntos de impacto de los chorros de soplado en las dos caras.

45 **[0036]** Este reparto de los puntos de impacto de los chorros de soplado sobre cada una de las caras de la banda tiene la ventaja de repartir mejor los contactos de los chorros de soplado con las superficies de la banda, y por lo tanto de garantizar una refrigeración más homogénea que cuando los chorros están enfrentados entre sí. Como consecuencia, se mejora el coeficiente de intercambio térmico entre la banda y el gas. Este reparto de los chorros también tiene la ventaja de disminuir las restricciones ejercidas sobre la superficie de la banda. Además, este reparto de los chorros reduce sensiblemente las vibraciones de la banda y consecuentemente el desplazamiento lateral y la torsión de la banda.

50 **[0037]** Los inventores han constatado que para obtener una reducción sensible de las vibraciones de la banda, el reparto de los puntos de impacto sobre la superficie de la banda no tiene que ser necesariamente una red bidimensional del tipo hexagonal, ni que la separación entre las dos redes sea igual a un semi paso.

55 **[0038]** Efectivamente, lo esencial es que por un lado el gas de retorno, es decir el gas que ha sido soplado contra la banda y que debe salir, pueda escaparse circulando entre las toberas tanto perpendicularmente como paralelamente al sentido de circulación de la banda, y por otro lado que los puntos de impacto no estén enfrentados entre sí, pudiendo la separación entre las dos redes estar comprendida, por ejemplo, entre un cuarto de paso y tres cuartos de paso. Esta separación puede hacerse o bien en el sentido de circulación de la banda, o en el sentido
60 perpendicular a la circulación de la banda.

[0039] Los inventores también han constatado que las toberas de soplado de gas pueden tener secciones de formas diversas. Pueden ser por ejemplo orificios de soplado de sección circular o de sección poligonal, por ejemplo cuadrados o triángulos, o incluso formas oblongas, o incluso en forma de hendiduras de reducida longitud.

- 5 **[0040]** En cambio, es importante que el soplado se haga mediante toberas de tipo tubular que se extiendan a una distancia suficientemente importante de las caras laterales de los cajones de reparto de tal manera que pueda permitir una evacuación del gas de retorno, por circulación a la vez paralelamente al sentido de circulación de la banda y perpendicularmente al sentido de circulación de la banda. Efectivamente, es la combinación del buen reparto de la evacuación de los gases y del reparto de los puntos de impacto de los chorros de gas sobre la superficie de la banda lo que permite obtener una buena estabilidad de la banda.

- 15 **[0041]** A título de ejemplo, se ha comparado el comportamiento vibratorio de una banda circulante entre dos módulos de soplado de forma rectangular de una longitud de 2200 mm, provistos de tubos cilíndricos de una longitud de 100 mm y de diámetro de 9,5 mm dispuestos según una red del tipo hexagonal con un paso de 50 mm, estando los dos módulos de soplado dispuestos enfrentados de tal manera que la distancia entre la cabeza de las toberas y la banda sea de 67 mm. Se ha dispuesto entre estos dos módulos de soplado, una banda de acero de 950 mm de ancho, de 0,25 mm de espesor, sometida a una tensión constante. Se hace variar la presión de alimentación de los cajones de reparto entre 0 y 10 kPa por encima de la presión atmosférica, y se ha medido el desplazamiento lateral de la banda con ayuda de tres láseres dispuestos en el sentido de la anchura de la banda tal como se ha representado en la figura 4, con un láser de 40A dispuesto en el eje de la banda que mide la distancia da, un láser 40G dispuesto en el lado izquierda de la banda que mide la distancia dg a una distancia D de 50 mm aproximadamente del borde de la banda, y por otro lado un tercer láser 40D dispuesto en el lado derecho de la banda a una distancia D de aproximadamente 50 mm del borde de la banda, y que mide la distancia dd.

- 25 **[0042]** Las distancias da, dg, dd son las distancias a una línea paralela al plano mediano de la zona de circulación de la banda.

- [0043]** Con ayuda de estas medidas, se puede determinar el desplazamiento medio de la banda igual a $1/3 (dg + da + dd)$, y la torsión que es igual $|dg - dd|$ (valor absoluto de la separación entre los desplazamientos laterales).

- 30 **[0044]** Para medir estas dos magnitudes, se realizan grabaciones durante el soplado. Para el desplazamiento lateral, se determina la distancia media de pico a pico de los desplazamientos laterales. Para la torsión, se determina la amplitud media de la torsión.

- 35 **[0045]** En las figuras 5 y 6, se han representado por un lado los desplazamientos laterales, y por otro lado las torsiones medias, para los módulos de refrigeración según la invención cuyos chorros de gas están desplazados entre sí (los chorros de gas de una cara están desplazados con respecto a los chorros de gas de la otra cara), y por otro lado para módulos de refrigeración de soplado idénticos a los módulos precedentes, pero para los cuales los chorros de soplado de una cara estén frente a los chorros de soplado de la cara opuesta.

- 40 **[0046]** Tal como se puede constatar en la figura 5, la curva 50 que se refiere a módulos de soplado conformes a la invención, muestra una evolución lenta de las amplitudes de desplazamiento de pico a pico de la banda que pasa de aproximadamente 15 mm para una sobrepresión de soplado de 1 kPa, a aproximadamente 30 mm para una sobrepresión de soplado de 10 kPa. También en esta figura, la curva 51 que representa la evolución de la amplitud de desplazamiento de pico a pico para módulos de soplado cuyos chorros de soplado de una cara están frente a los chorros de soplado sobre la otra cara, muestra que la amplitud de desplazamiento de la banda para una sobrepresión de soplado del orden de 1 kPa siempre es de 15 mm pero que esta amplitud aumenta de manera más importante que en el caso precedente, y alcanza aproximadamente 55 mm para una presión de soplado de 9 kPa y luego sobrepasa 100 mm para una presión de soplado de 10 kPa.

- 50 **[0047]** Estas curvas muestran que con el dispositivo según la invención, es posible hacer pasar la banda entre los dos módulos de soplado separados en una distancia tal que la distancia entre la cabeza de las toberas y la banda es de 67 mm, con presiones de soplado que pueden alcanzar 10 kPa, mientras que con módulos de soplado en los cuales los chorros de soplado sobre una cara están frente a los chorros de soplado sobre la otra cara, solamente es posible utilizar estos dispositivos para sobrepresiones de soplado sensiblemente inferiores a 9 kPa.

- 55 **[0048]** De la misma manera, la curva 52 de la figura 6, que representa la evolución de la torsión en función de la presión de soplado muestra que con los dispositivos según la invención, la torsión permanece inferior a 4 mm incluso para sobrepresiones de soplado que van hasta 10 kPa. En cambio, con cajones cuyos chorros no están desplazados con respecto a los demás, la torsión puede alcanzar 24 mm para sobrepresiones de soplado de 9 kPa.

- 60

5 **[0049]** Con el fin de comparar el comportamiento de la banda cuando se refrigera con ayuda de los módulos de soplado conformes a la invención y de los módulos de soplado conformes al estado de la técnica en los cuales los cajones de reparto soplan aire a través de las hendiduras que se extienden lateralmente, se ha medido la amplitud de desplazamiento de la banda en función de la sobrepresión de soplado, para distancias entre las cabezas de las toberas de soplado y la superficie de la banda de 67 mm, 85 mm y 100 mm, por un lado con los módulos de soplado conformes a la invención, por otro lado con módulos de soplado conformes al estado de la técnica.

10 **[0050]** Estos resultados se representan en la figura 7 en la cual las curvas 54, 55, 56 relativas a la banda refrigerada por un dispositivo de soplado conforme a la invención para distancias respectivamente de 67 mm, 85 mm y 100 mm, están prácticamente superpuestas y muestran que para sobrepresiones de soplado que pueden alcanzar 10 kPa, las amplitudes de desplazamiento permanecen inferiores a 30 mm.

15 **[0051]** Las curvas 57, 58, 59 relativas a la banda refrigerada con ayuda de los dispositivos conformes al estado de la técnica que soplan el gas a través de hendiduras que se extienden sobre la anchura de la banda, corresponden a distancias entre las toberas de soplado y la banda respectivamente de 67 mm, 85 mm y 100 mm. Estas curvas muestran que para presiones de soplado que alcanzan 4 kPa, el desplazamiento de la banda sobrepasa 100 mm y puede alcanzar 150 mm.

20 **[0052]** También se ha caracterizado el comportamiento vibratorio de una banda circulante en la instalación industrial de revestimiento por templado en un baño de metal líquido indicado generalmente por 200 en la figura 8, que comprende a la salida del baño 201 un módulo de secado 202, y aguas abajo del módulo de secado un módulo de refrigeración indicado generalmente por 203. Este módulo de refrigeración comprende cuatro módulos de soplado 203A, 203B, 203C y 203D, de forma rectangular de una longitud de aproximadamente 6500 mm y de una anchura de 1600 mm. Cada módulo de soplado está provisto de toberas cilíndricas de una longitud de 100 mm y de diámetro de 9,5 mm dispuestas según una red del tipo hexagonal, con un paso de 60 mm. Los cuatro módulos de soplado están dispuestos de tal manera que pueda formar dos bloques 204 y 205 de dos módulos 203A, 203B y 203C, 203D respectivamente, dispuestos uno frente al otro de parte y otra de una zona de circulación de una banda 206. La distancia entre la cabeza de las toberas y la banda es de 100 mm. Además, para realizar los ensayos descritos a continuación, por un lado se ha dispuesto un primer medio de medida de los desplazamientos laterales de la banda 207 entre los dos bloques 204 y 205 de módulos de soplado, a aproximadamente 13 metros aguas abajo del módulo de secado, y por otro lado se ha dispuesto un segundo medio de medida de los desplazamientos laterales de la banda 208 a la salida del módulo de secado 202. Los dos medios de medida son del tipo como los que se representan en la figura 4. Sin embargo, mientras que el primer medio de medida 207 dispuesto al nivel de los módulos de soplado comprende láseres, el segundo medio de medida 208 dispuesto a la salida del módulo de secado comprende unos sensores inductivos.

40 **[0053]** Para hacer las pruebas, se hizo desfilar una banda de acero de 0,27 mm de espesor, la cual, a la salida del baño, presentaba una temperatura elevada, del orden de 400 °C, y que debía presentar una temperatura inferior a 250°C a la salida del módulo de refrigeración. Se hizo desfilar la banda a velocidad constante y se hizo variar la presión de soplado. Además, se hicieron pruebas por un lado con cajones de soplado conformes a la invención, es decir cuyas toberas están dispuestas de tal manera que los impactos de los chorros sobre una cara de la banda no estén frente a los impactos de los chorros sobre la otra cara de la banda, y por otro lado con cajones según el estado de la técnica, es decir tales que los impactos de los chorros sobre una cara estén frente a los impactos de los chorros sobre la otra cara.

45 **[0054]** Una primera serie de medidas del desplazamiento de la banda se realizó con ayuda del primer medio de medida 207 dispuesto entre los dos bloques de módulos de soplado. A tal efecto, se hizo variar la presión de alimentación de los módulos de soplado y se midió el desplazamiento de la banda con ayuda de tres láseres dispuestos en el sentido de la anchura de la banda circulante.

50 **[0055]** También se realizó una segunda serie de medidas del desplazamiento de la banda aguas arriba del módulo de refrigeración en el sentido de circulación de la banda y aguas abajo del módulo de secado, a una distancia de algunos centímetros de este último. Esta segunda serie de medidas se realizó con ayuda del segundo medio de medida 208.

55 **[0056]** Para obtener estas dos series de medidas, se realizaron grabaciones durante el soplado, en condiciones de producción idénticas para las pruebas relativas al estado de la técnica y a la invención. Para medir el desplazamiento lateral de la banda, se determinó la amplitud media de pico a pico de los desplazamientos laterales de la banda.

60

[0057] En la figura 9, se han representado los resultados de la primera serie de medidas, es decir los desplazamientos laterales de la banda (distancia de pico a pico) en función de la potencia de soplado, efectuada al nivel del módulo de soplado.

5 **[0058]** La curva 91 que se refiere a un módulo de refrigeración 203 conforme a la invención, muestra casi una constancia de las amplitudes de desplazamiento de pico a pico de la banda. Las amplitudes de desplazamiento oscilan alrededor de 2 a 3 mm para una sobrepresión de soplado comprendida entre de 0,7 kPa a 4 kPa.

10 **[0059]** La curva 92 representa la evolución de las amplitudes de desplazamiento de pico a pico para un módulo de refrigeración conforme al estado de la técnica. Esta curva 92 muestra que las amplitudes de desplazamiento de la banda para una sobrepresión de soplado comprendida entre 1,5 kPa a 2,7 kPa aumentan de manera exponencial. Estas deformaciones limitan las capacidades de refrigeración del dispositivo y como consecuencia la productividad del procedimiento de fabricación. Efectivamente, se ha constatado que las deformaciones provocaban una degradación de la calidad del producto cuando son demasiado elevadas, lo cual conduce a limitar las presiones de soplado como máximo a 2,5 kPa aproximadamente.

15 **[0060]** Cuando las deformaciones de la banda al nivel de los módulos de soplado son demasiado elevadas, se constata también una degradación del producto al nivel del módulo de secado, aguas arriba del módulo de refrigeración. Efectivamente, las vibraciones se propagan a lo largo de la banda desde los módulos de soplado hasta el módulo de secado, y pueden provocar defectos de calidad del producto. La segunda serie de medidas efectuadas al nivel del módulo de secado, permite evaluar la repercusión al nivel del módulo de secado de las vibraciones de banda generadas al nivel de los módulos de soplado.

20 **[0061]** En la figura 10, se han representado los resultados de la segunda serie de medidas. La curva 102 representa las amplitudes de desplazamiento de pico a pico en el caso del dispositivo conforme al estado de la técnica. Para una presión de soplado comprendida entre 1,2 y 3,0 kPa, las amplitudes de desplazamiento al nivel del módulo de secado aumentan de manera exponencial pasando de aproximadamente 2,5 mm a aproximadamente 9 mm, hasta provocar la deterioración del producto. Este efecto de las elevadas presiones de soplado sobre la amplitud de las deformaciones de la banda, necesita limitar la potencia de soplado sensiblemente por debajo de 2,8 kPa.

25 **[0062]** En esta misma figura, la curva 101, relativa al dispositivo de refrigeración conforme a la invención, permanece sensiblemente horizontal, por debajo de 1,8 mm, para una presión de soplado que varía de 0,5 kPa a 3,5 kPa.

30 **[0063]** Estos resultados muestran que con módulos de soplado conforme a la invención, las amplitudes de los desplazamientos laterales de la banda se reducen considerablemente, pudiendo esta reducción llegar a dividirlas por un factor que podía sobrepasar 5.

35 **[0064]** Además, los inventores han notado la desaparición de la torsión de la banda en el caso del dispositivo conforme a la invención, tanto al nivel del módulo de refrigeración hasta el nivel del módulo de secado, y todo ello independientemente de la potencia de los chorros de refrigeración.

40 **[0065]** Por otro lado, se ha representado en la figura 11, la evolución del coeficiente de intercambio térmico en función de la presión de soplado de los módulos de soplado, con el fin de comparar las prestaciones de refrigeración de los dispositivos de refrigeración conforme a la invención con las de los dispositivos de refrigeración conforme al estado de la técnica. En esta figura, la curva 111 corresponde a la invención y la curva 112 al estado de la técnica. Las dos curvas son crecientes y muestran que la potencia de refrigeración aumenta cuando la presión de soplado aumenta. Sin embargo, la curva relativa al estado de la técnica se detiene para una presión de soplado de 2,0 kPa puesto que, más allá, las vibraciones originan una deterioración del producto. Así, la potencia máxima de refrigeración es de 160 W/m².°C. En cambio la curva relativa a la invención se prolonga para presiones de soplado que van hasta 3,5 kPa lo cual permite alcanzar una potencia de refrigeración de 200 W/m². °C. Por lo tanto, la invención permite aumentar muy sensiblemente el poder de extracción de calor de la banda circulante.

45 **[0066]** Estos resultados muestran que utilizando un dispositivo según la invención, es posible enfriar la banda con presiones de soplado relativamente elevadas conservando a la vez vibraciones de la banda muy limitadas.

50 **[0067]** El lector comprenderá que los valores numéricos indicados de más arriba para los sectores de utilización del módulo de refrigeración corresponden a las condiciones de ensayo particulares y en especial al espesor, a la anchura y a la velocidad de circulación de la banda.

55 **[0068]** En el ejemplo que se acaba de describir, los chorros de soplado están dirigidos perpendicularmente a la superficie de la banda, pero también puede ser ventajoso inclinar todo o parte de los chorros de soplado con

5 respecto a la perpendicular a la banda. En particular, puede ser interesante orientar los chorros de gas situados bajo los bordes de la banda hacia el exterior de la banda. También puede ser interesante orientar todo o parte de los chorros en el sentido de circulación de la banda o, al contrario, opuesto al sentido de circulación de la banda, para forzar la evacuación del gas sopado o de la mezcla gas/ agua tras el impacto sobre la banda y así favorecer los intercambios térmicos.

10 **[0069]** Se notará también que el gas de soplado, que es un gas puro o una mezcla de gas, puede ser aire o una mezcla constituida por nitrógeno e hidrógeno o cualquier otra mezcla de gas. Este gas puede estar a una temperatura inferior a la temperatura de la banda. Entonces, el soplado se utiliza para enfriar la banda. Es el caso, por ejemplo, a la salida de la galvanización en caliente o a la salida de un tratamiento de recocido de una banda.

15 **[0070]** Sin embargo, el gas soplado puede ser un gas caliente, y en particular puede ser un gas de combustión de quemador, y puede estar destinado a realizar un precalentamiento de una banda antes de hacerla entrar en una instalación de tratamiento térmico.

20 **[0071]** Las toberas pueden estar todas dispuestas en un único y mismo cajón de reparto, de forma generalmente plana, o bien estar distribuidas sobre una pluralidad de cajones de reparto, pudiendo estos cajones de reparto ser por ejemplo unos tubos que se extienden sobre la anchura de la banda.

25 **[0072]** Cuando los cajones de reparto son unos tubos, también pueden estar orientados paralelamente con respecto al sentido de circulación de la banda.

30 **[0073]** Por lo tanto, es posible con la invención reducir muy sensiblemente las vibraciones de banda generadas al nivel de los cajones de reparto, reducir muy sensiblemente las vibraciones de banda al nivel del módulo de secado, aumentar sensiblemente las potencias de refrigeración de los cajones de reparto, garantizar una muy buena calidad del producto, y como consecuencia aumentar sensiblemente la productividad del procedimiento de fabricación.

35 **[0074]** En un modo preferido de realización de la invención, las toberas de soplado están dispuestas en los cajones de reparto, de tal manera que los impactos de los chorros de soplado se solapan sobre una cara de la banda en el sentido transversal de dicha banda.

40 **[0075]** Esta disposición en la cual los impactos de los chorros de soplado sobre una cara de la banda no están frente a los impactos de chorros sobre la otra cara de la banda, pero en la cual los impactos de los chorros sobre cada una de las caras de la banda se solapan presenta la ventaja de evitar la formación de defectos en la banda, llamados líneas de chorros, en el sentido de circulación de la banda y paralelas entre sí en el sentido transversal a la banda.

45 **[0076]** Efectivamente, cuando los impactos de los chorros de gas están dispuestos de tal manera que forman líneas de chorros, estas líneas de chorros se ponen de manifiesto mediante unas huellas de oxidación en el caso del recalentamiento de una banda por soplado de un gas caliente, como por ejemplo aire caliente. En el caso de la refrigeración de una banda recubierta por templado en caliente en un baño de metal líquido, se ponen de manifiesto sobre la banda mediante una sucesión de líneas de revestimiento de aspecto de superficie diferente. Por ejemplo, en el caso de la galvanización de una banda, esta presenta tras la refrigeración en un dispositivo de refrigeración que no comprende paso de solapamiento alguno unos chorros de impacto sobre una misma cara de la banda, por una sucesión de líneas de aspecto de superficie brillante y de líneas de aspecto de superficie mate.

50 **[0077]** Para evitar la formación de estas líneas de chorro, las toberas se pueden disponer de tal manera que los impactos de los chorros sobre una cara de la banda estén distribuidas según varias líneas que se extienden cada una a lo largo de la anchura de la banda, comprendiendo cada línea una pluralidad de impactos de diámetro d determinado y repartidos regularmente según un paso p , estando los impactos de dos líneas sucesivas o de dos grupos de líneas sucesivos desplazados lateralmente de tal manera que las líneas de chorros resultantes de las diferentes líneas conducen a unas líneas de chorros que recubren el conjunto de la anchura de la banda.

55 **[0078]** En la figura 12, se ha representado un ejemplo de reparto de los impactos que garantiza una buena uniformidad de las acciones de los chorros sobre toda la superficie de la banda.

60 **[0079]** Se ha representado en esta figura, una parte de la red formada por los impactos de los chorros sobre una cara de una banda 300. Esta red está formada por un motivo constituido por cuatro líneas de impactos que se pueden dividir en dos grupos: un primer grupo constituido por dos líneas de impactos 301 A y 301 B, y un segundo grupo de dos líneas de impactos 304A y 304B. Cada línea 301 A, 301 B, 304A y 304B está constituida por impactos 302A, 302B, 305A y 305B, respectivamente, repartidos regularmente con un paso p . En cada uno de los grupos, la segunda línea 301 B o 304B, se deduce de la primera línea 301 A o 301 B, respectivamente, por un lado mediante

una translación lateral de un semi paso es decir $p/2$, y por otro lado, mediante una translación longitudinal de longitud l . Además, el segundo grupo de líneas, constituido por las líneas 305A y 305B, se deduce del primer grupo de líneas 301 A y 301 B mediante una translación lateral de una distancia d igual al diámetro d de un impacto. Con esta disposición, las trazas dejadas por los impactos sur la banda 303A, 303B para los impactos 302A y 302B, y

5 306A, 306 B para los impactos 305A y 305B, forman unas bandas que están contiguas a partir del momento en que el diámetro de un impacto es al menos igual al cuarto de paso p que separa dos impactos adyacentes sobre una misma línea. Cuando se desea aumentar el número de impactos, se puede extender la red reproduciendo el reparto de los impactos que se acaba de describir por translación de una longitud igual a cuatro veces la distancia l que separa a dos líneas sucesivas. De este modo, se obtiene una red periódica cuya malla es un polígono complejo.

10 **[0080]** En el ejemplo que se acaba de describir, se utilizan cuatro líneas de impactos para asegurar una buena cobertura de la banda por las trazas de los impactos. Sin embargo, el experto en la materia comprenderá que son posibles otras disposiciones. Y, en particular la buena cobertura de la superficie de la banda puede obtenerse con un reparto de los impactos de los chorros de las toberas de soplado sobre una misma cara de la banda en los nodos de

15 una red bidimensional formando una malla poligonal compleja cuyo número de lados está comprendido entre 3 y 20, de periodicidad igual a 1 paso en el sentido de la anchura de la banda y comprendida entre 3 y 20 pasos en el sentido longitudinal de la banda. Este reparto debe adaptarse considerando en especial la anchura de un impacto de un chorro de una tobera de soplado. El experto en la materia sabrá hacer una tal adaptación.

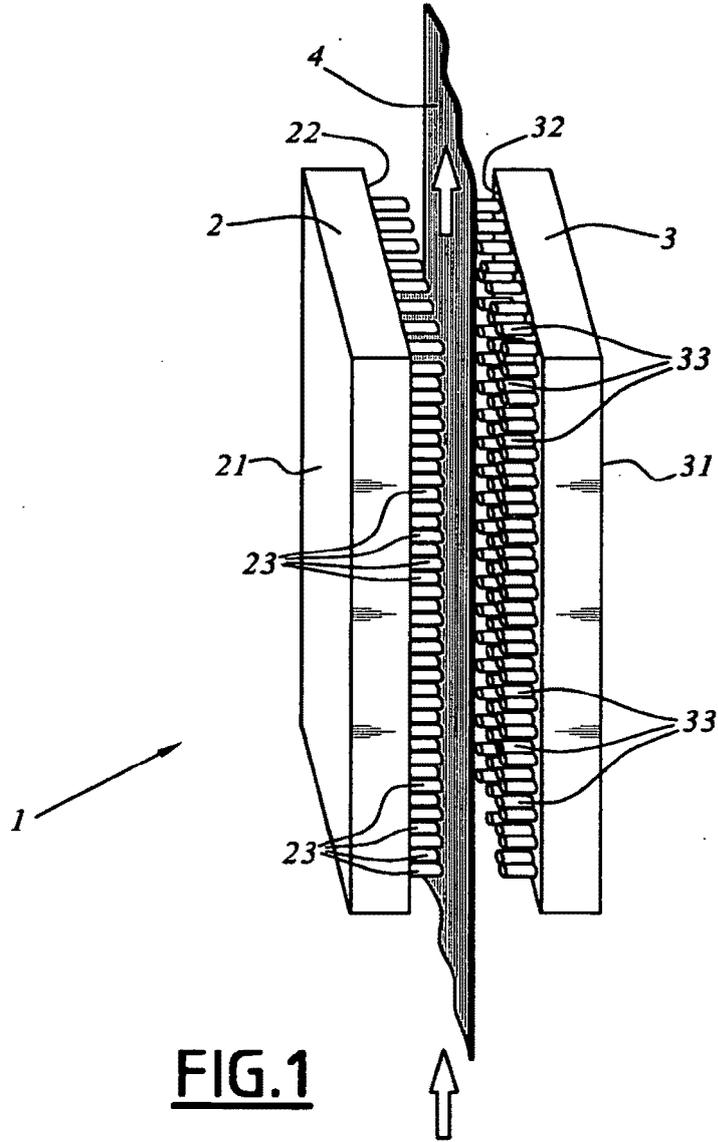
20 **[0081]** Con estos repartos de los impactos, los inventores han constatado la desaparición del defecto de líneas de chorro en el caso de módulos de refrigeración conformes a la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de acción sobre la temperatura de una banda (4) circulante por soplado de gas o de una mezcla de agua/ gas, según el cual se proyecta sobre cada cara de la banda una pluralidad de chorros de gas o de una mezcla
5 de agua/ gas que se extiende en la dirección de la superficie de la banda y dispuestos de tal manera que los impactos (24, 34) de los chorros de gas o de la mezcla agua/ gas sobre cada superficie de la banda están repartidos en los nodos de una red bidimensional, no estando los impactos (24) de los chorros sobre una cara (A) de la banda frente a los impactos (34) de los chorros sobre la otra cara (B) de la banda, **caracterizado por el hecho de que** los chorros de gas o de la mezcla agua/ gas son emitidos por toberas tubulares (23, 33) alimentadas por al menos un
10 cajón de reparto (21, 31) y que se extienden a distancia del cajón de reparto de manera que se deja libre un espacio de circulación del gas o de la mezcla agua/ gas en retorno paralelamente al sentido longitudinal de la banda y perpendicularmente al sentido longitudinal de la banda.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** los chorros de gas o de la mezcla
15 agua/ gas son perpendiculares a la superficie de la banda.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el eje de al menos un chorro de gas o de la mezcla agua/ gas forma un ángulo con la perpendicular a la superficie de la banda.
- 20 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que** las redes bidimensionales de reparto de los impactos de chorros sobre cada una de las caras de la banda son periódicas, de mismo tipo y de mismo paso.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por el hecho de que** las redes son del tipo hexagonal.
25
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que** los impactos de los chorros sobre una misma cara de la banda están repartidos en los nodos de la red bidimensional para formar una malla poligonal compleja cuyo número de lados varía de 3 a 20, de periodicidad igual a 1 paso en el sentido transversal a la banda y comprendida entre 3 y 20 pasos en el sentido longitudinal de la banda, de tal manera que
30 dos trazas adyacentes de impactos de chorros de soplado sobre una cara de la banda estén unidas en el sentido transversal de dicha banda.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado por el hecho de que** la red correspondiente a una cara y la red correspondiente a la otra cara están desplazadas entre sí, y **por el hecho de**
35 **que** la separación está comprendida entre 1/4 de paso y 3/4 de paso.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** el gas es un gas de refrigeración.
- 40 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** el gas es un gas caliente.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por el hecho de que** dicho al menos un cajón de reparto tiene una forma paralelepípedica.
45
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por el hecho de que** dicho cajón de reparto tiene una forma plana.
12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por el hecho de que** las toberas
50 están implantadas sobre una pluralidad de cajones de reparto.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado por el hecho de que** dichos cajones de reparto son unos tubos.
- 55 14. Dispositivo para la realización del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, del tipo que comprende al menos dos módulos de soplado (2, 3) dispuestos uno frente al otro de parte y otra de una zona de circulación de una banda (4), estando los módulos de soplado (2, 3) adaptados para que los impactos (24) de chorros sobre una cara (A) no estén frente a los impactos (34) de chorros sobre la otra cara (B), **caracterizado por el hecho de que** cada módulo de soplado (2, 3) está constituido por una pluralidad de toberas tubulares (23, 33) que
60 se extienden desde al menos un cajón de reparto (21, 31) en dirección de la zona de circulación de una banda,

estando las toberas dispuestas de modo que los impactos (24, 34) de los chorros sobre cada cara (A, B) de la banda están repartidos en los nodos de una red bidimensional.

- 5 **15.** Dispositivo según la reivindicación 14, **caracterizado por el hecho de que** las redes bidimensionales, según las cuales los impactos de chorros están repartidos, son unas redes periódicas de mismo tipo y de mismo paso.
- 16.** Dispositivo según la reivindicación 15, **caracterizado por el hecho de que** las redes son de tipo hexagonal.
- 10 **17.** Dispositivo según la reivindicación 14, **caracterizado por el hecho de que** los impactos de los chorros sobre una misma cara de la banda están repartidos en los nodos de la red bidimensional para formar una malla poligonal compleja cuyo número de lados varía de 3 a 20, de periodicidad igual a 1 paso en el sentido transversal a la banda y comprendida entre 3 y 20 pasos en el sentido longitudinal de la banda, de tal manera que las trazas de los impactos de los chorros de soplado adyacentes estén unidas sobre una cara de la banda en el sentido transversal de dicha banda.
- 15 **18.** Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, **caracterizado por el hecho de que** los módulos de soplado (2, 3) están adaptados para que la red correspondiente a una cara (A) y la red correspondiente a la otra cara (B) estén desplazadas entre sí, estando la separación comprendida entre 1/4 de paso y 3/4 de paso.
- 20 **19.** Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 18, **caracterizado por el hecho de que** los ejes de soplado de las toberas son perpendiculares al plano de circulación de dicha banda (4).
- 20.** Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 18, **caracterizado por el hecho de que** el eje de soplado de al menos una tobera forma un ángulo con la perpendicular al plano de circulación de la llamada banda
- 25 (4).
- 21.** Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 20, **caracterizado por el hecho de que** los orificios de soplado de las toberas tienen una sección redonda, poligonal, oblonga o en forma de hendidura.
- 30 **22.** Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 21, **caracterizado por el hecho de que** los módulos de soplado son del tipo con recuperación de gas o sin recuperación de gas.
- 23.** Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 22, **caracterizado por el hecho de que** cada módulo de soplado (23) está constituido por al menos un cajón de reparto (21, 31) sobre el cual las toberas de soplado (23, 35 33) están implantadas.
- 24.** Dispositivo según la reivindicación 23, **caracterizado por el hecho de que** dicho al menos un cajón de reparto tiene una forma paralelepípedica.
- 40 **25.** Dispositivo según la reivindicación 23, **caracterizado por el hecho de que** dicho al menos un cajón de reparto tiene una forma plana.
- 26.** Dispositivo según la reivindicación 23, **caracterizado por el hecho de que** las toberas están implantadas sobre una pluralidad de cajones de reparto.
- 45 **27.** Dispositivo según la reivindicación 26, **caracterizado por el hecho de que** dichos cajones de reparto son unos tubos.



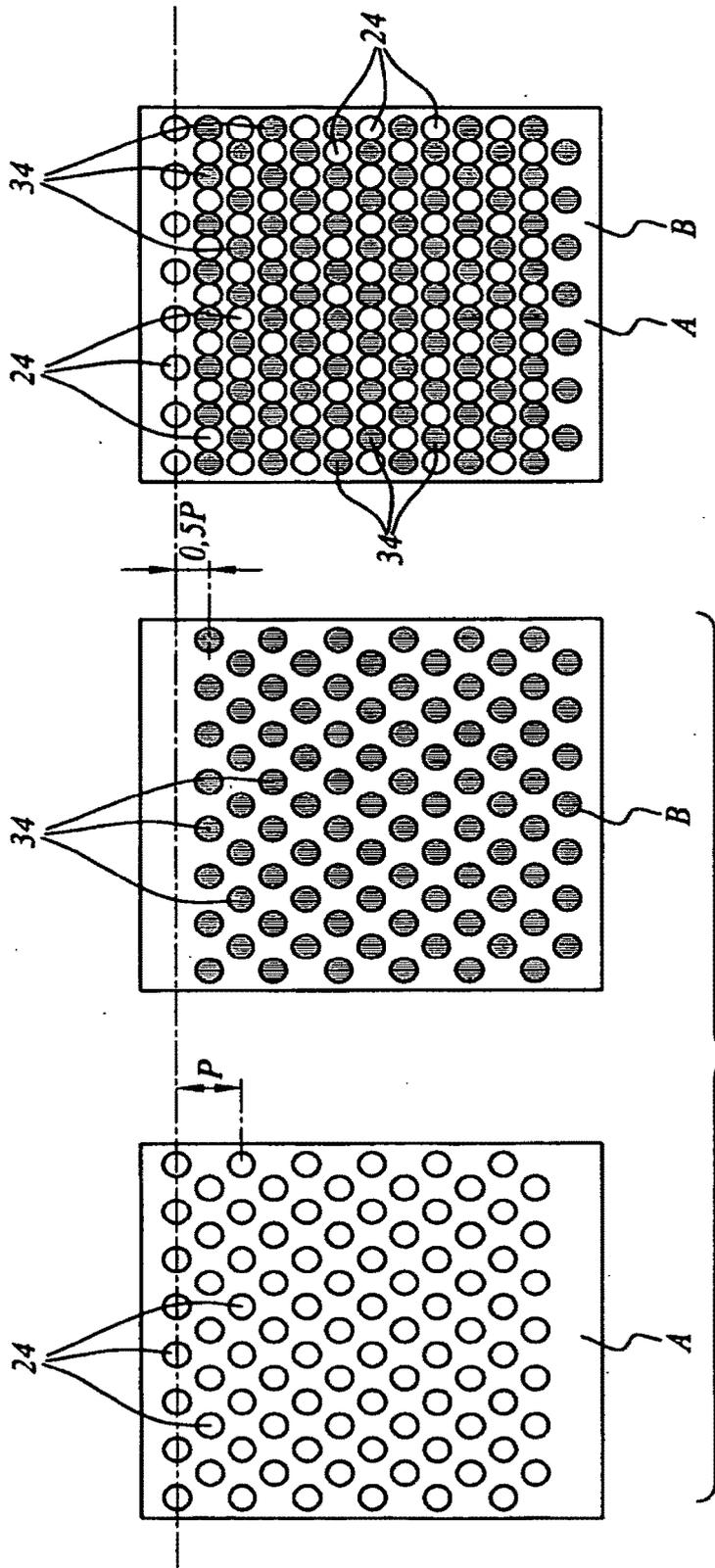


FIG.3

FIG.2

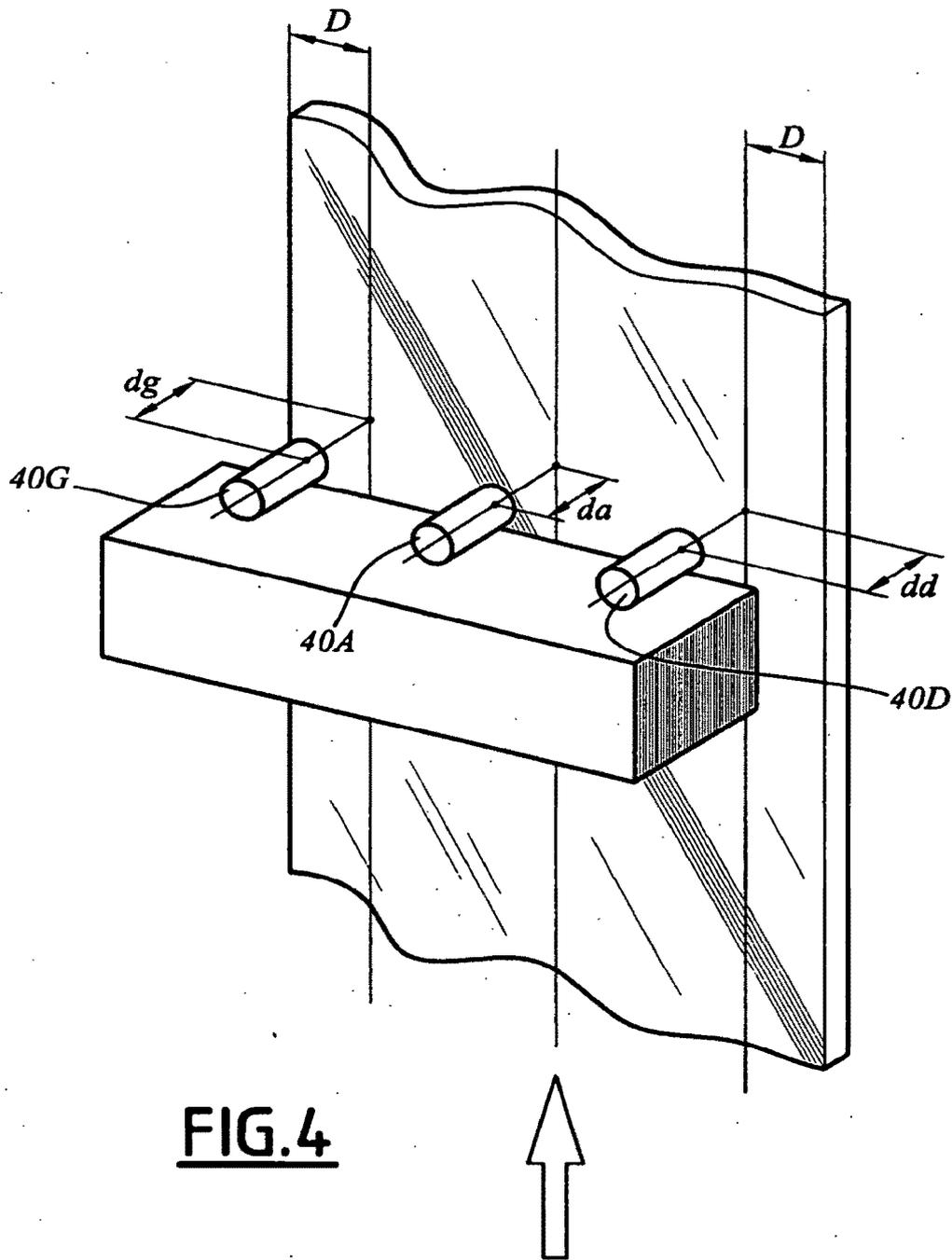


FIG.4

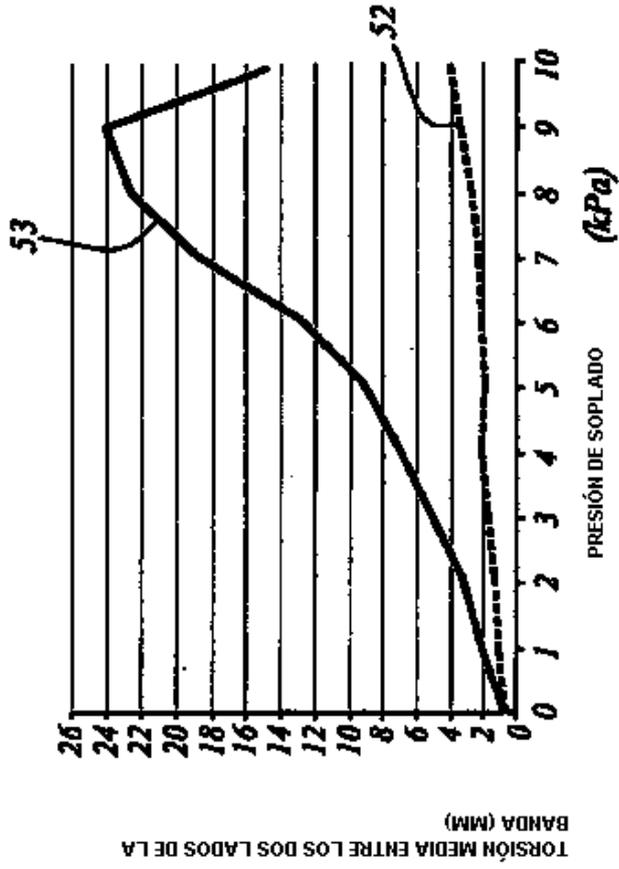


FIG.5

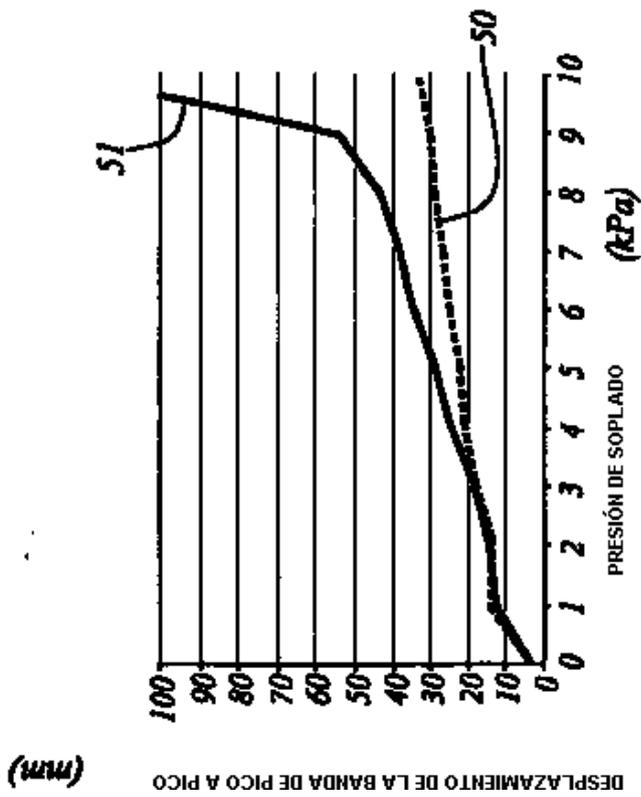


FIG.6

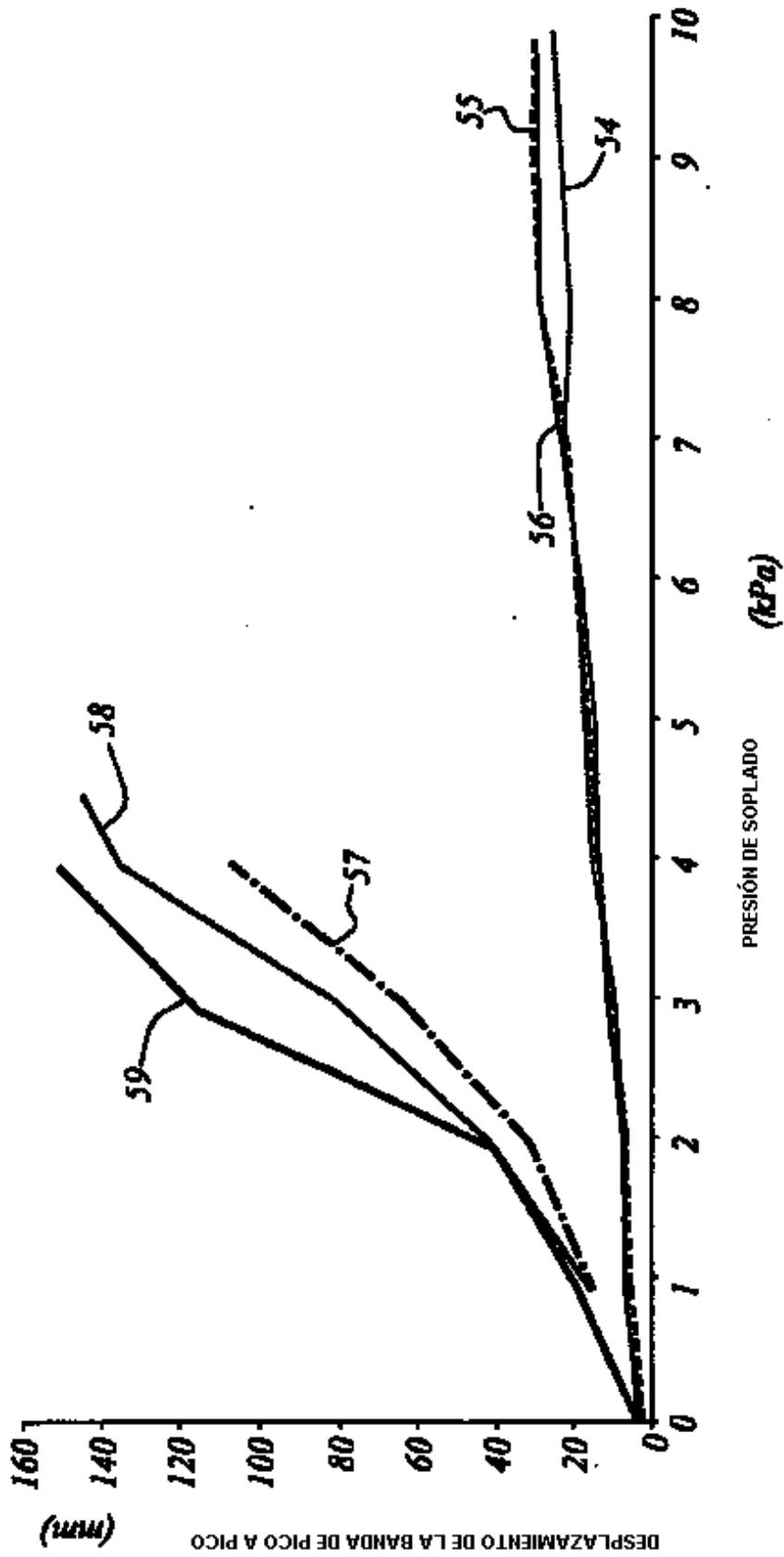


FIG.7

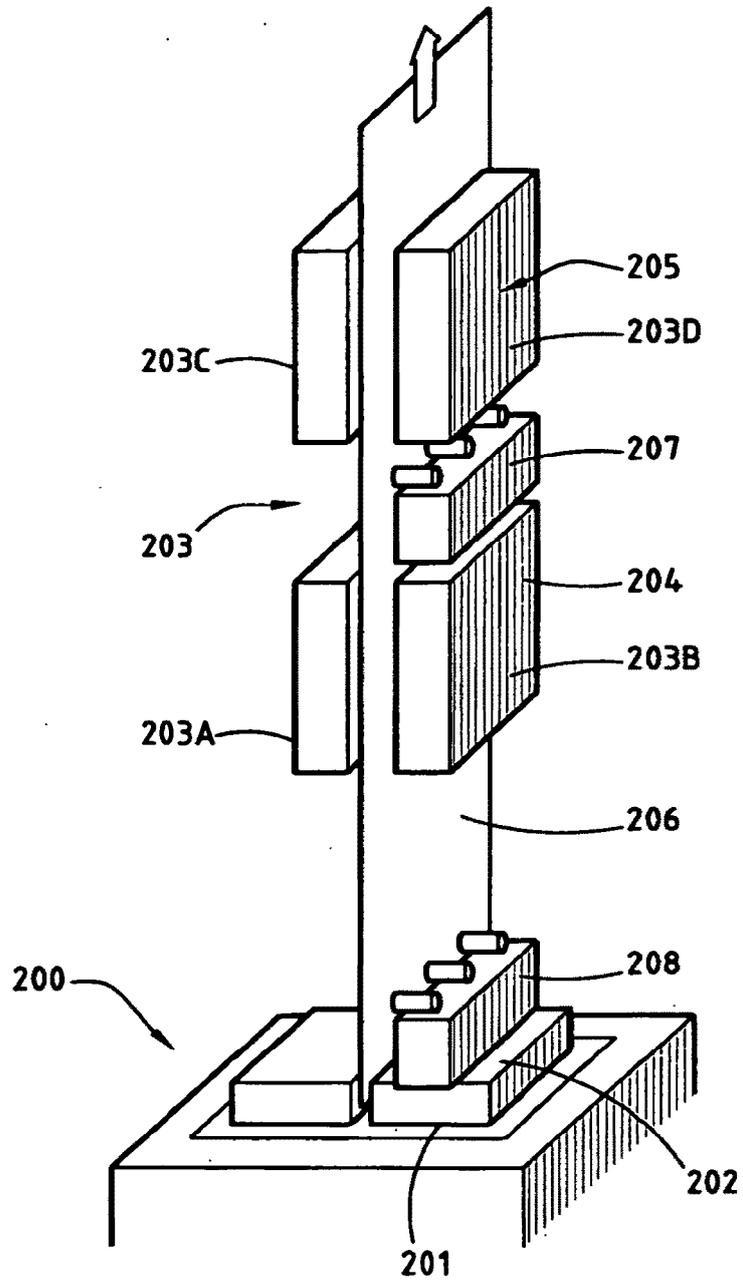


FIG. 8

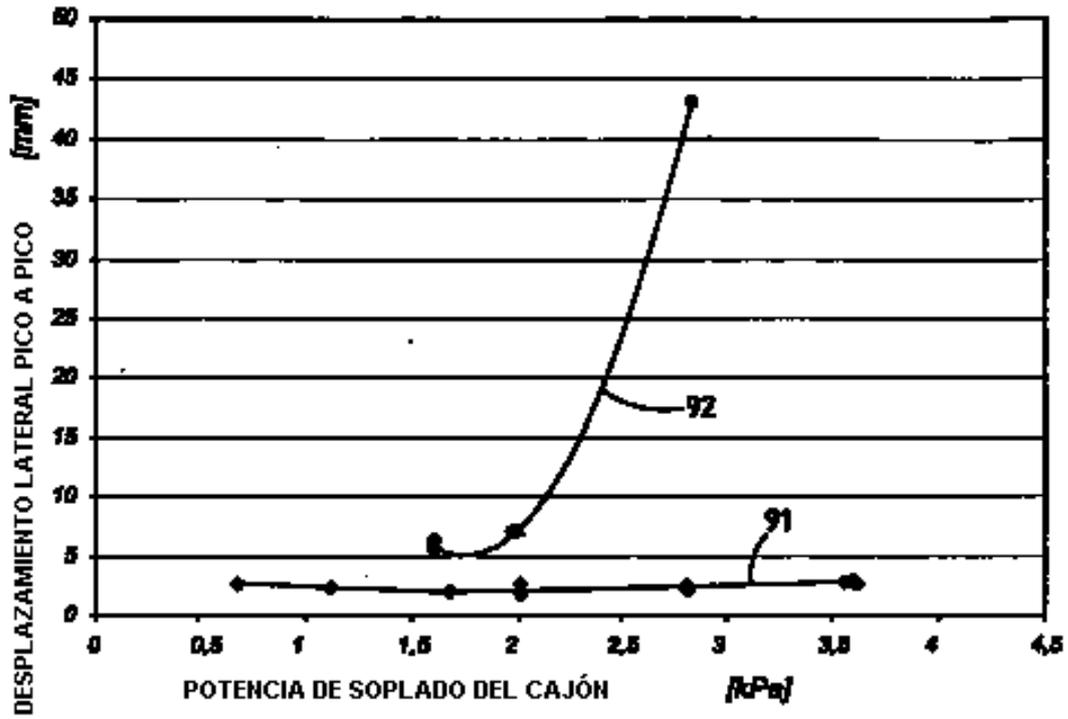


FIG.9

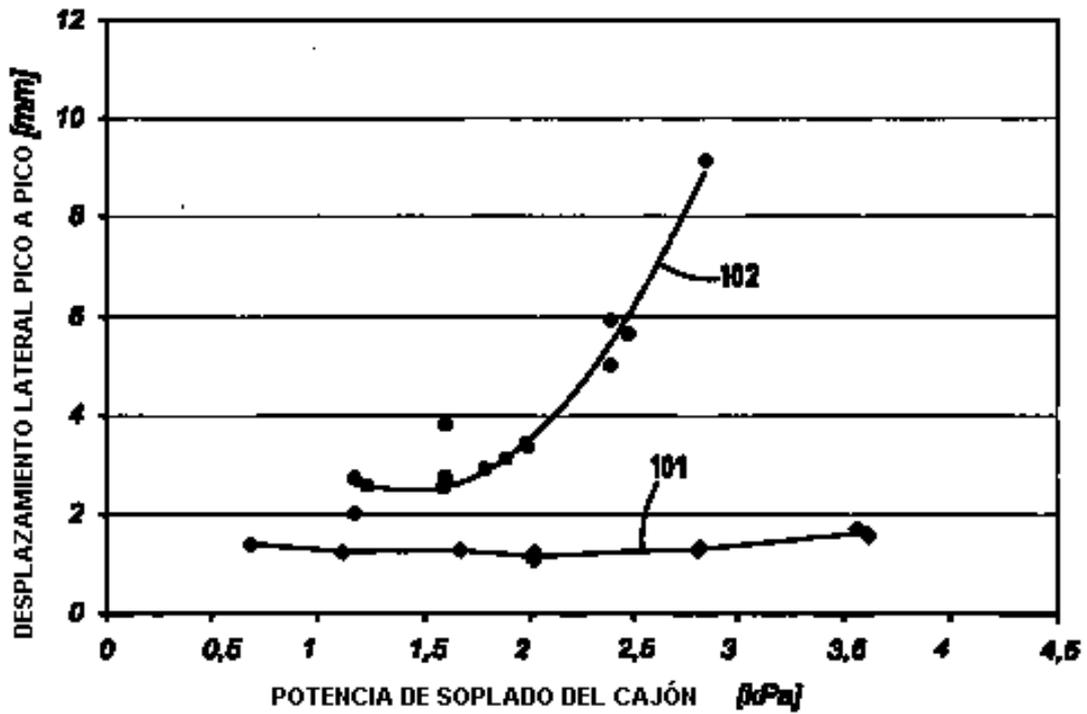


FIG.10

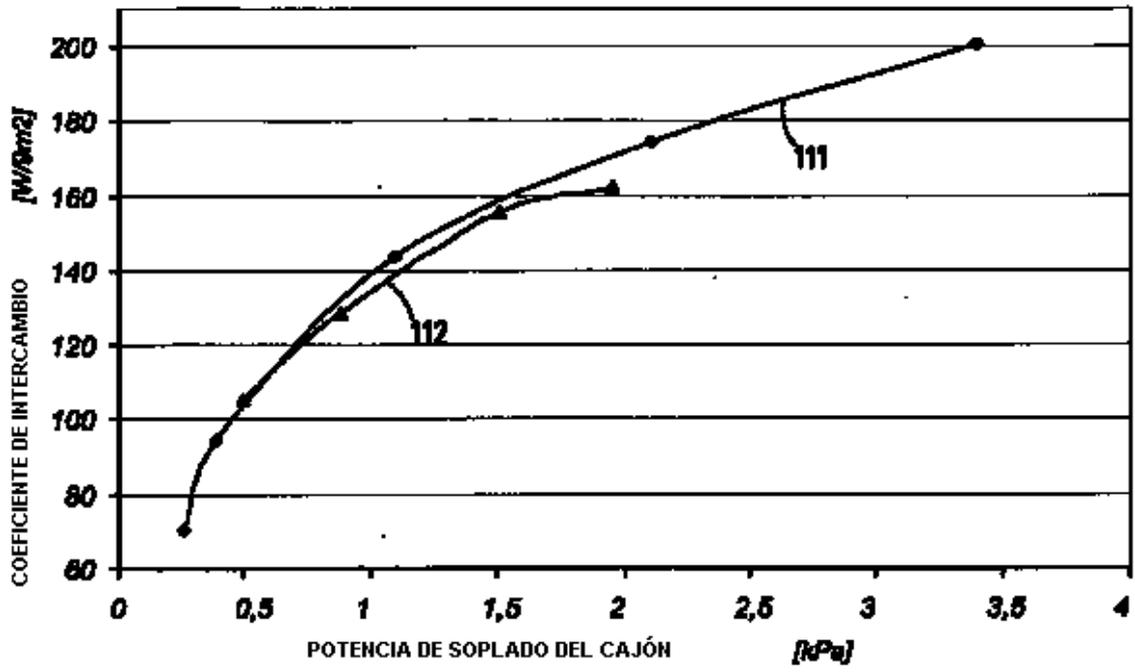


FIG.11

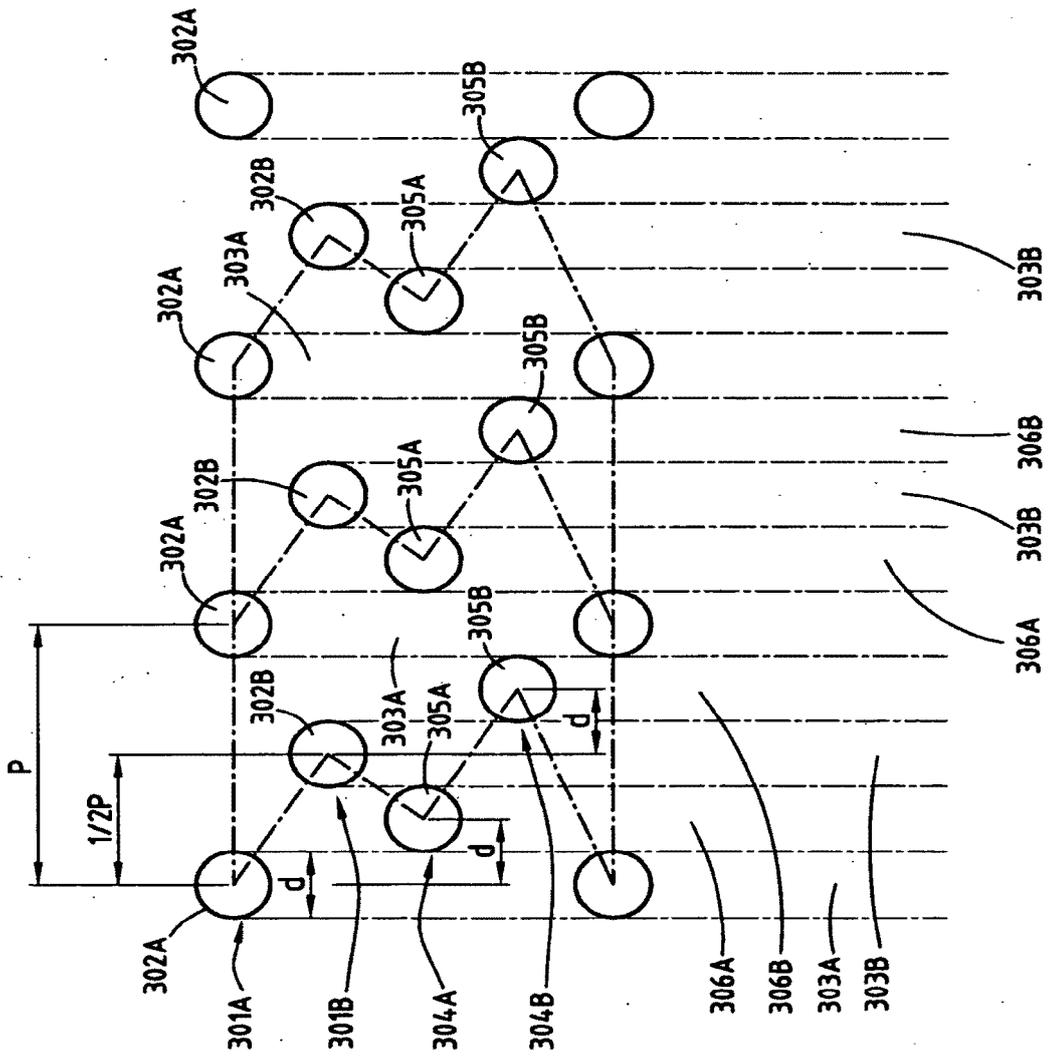


FIG.12