

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 385**

51 Int. Cl.:

**B31F 1/20** (2006.01)

**B31F 1/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2013 PCT/US2013/067598**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.05.2014 WO14070943**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2013 E 13851187 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 2914421**

54 Título: **Procedimiento y aparato para acanalar una banda en la dirección de la máquina**

30 Prioridad:

**01.11.2012 US 201261721079 P**

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

**14.02.2020**

73 Titular/es:

**HBK FAMILY, LLC (100.0%)  
10995 Wright Road  
Uniontown, OH 44685, US**

72 Inventor/es:

**KOHLER, HERBERT, B.**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 742 385 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 aparato para acanalar una banda en la dirección de la máquina.

5 **Solicitudes relacionadas**

Esta solicitud reivindica los derechos de la solicitud de patente U.S. provisional con número de serie 61/721,079 presentada el 1 de noviembre de 2012.

10 **Antecedentes**

Las bandas onduladas presentan resistencia mecánica y estabilidad dimensional aumentadas en comparación con bandas no onduladas (es decir, planas) del mismo material. Por ejemplo, se utilizan ampliamente cartón o cartulina ondulados en cajas de envío y almacenamiento y otros materiales de envasado para conferir resistencia mecánica. Una estructura de cartulina ondulada típica conocida como "doble-doble" incluye una banda de cartón ondulado intercalada entre bandas de cartón no onduladas opuestas denominadas "papeles para caras" Los papeles para caras opuestos se adhieren a superficies opuestas de la banda ondulada para producir una estructura ondulada compuesta, normalmente encolando cada papel para caras a las crestas de acanaladuras adyacentes de la banda ondulada. Esta estructura se fabrica inicialmente en cartones compuestos planos, que después pueden cortarse, plegarse, encolarse o formarse de otro modo para dar una configuración deseada para producir una caja u otra forma para envasado.

Las bandas onduladas tales como cartón se forman en una máquina de ondulación partiendo de bandas planas. Una máquina de ondulación convencional alimenta la banda plana a través de una línea de contacto entre un par de rodillos de ondulación que rotan en ejes que son perpendiculares a la dirección de desplazamiento de la banda cuando se observa desde arriba. Cada uno de los rodillos de ondulación presenta una pluralidad de nervaduras que se extienden longitudinalmente que definen picos y valles alternantes distribuidos alrededor de la circunferencia y que se extienden por la longitud del rodillo. Los rodillos están dispuestos de modo que sus nervaduras respectivas se interbloquean en la línea de contacto, alojándose las nervaduras de un rodillo dentro de los valles del rodillo adyacente. Las nervaduras interbloqueadas definen un laberinto de ondulación a través del cual la banda se desplaza a medida que atraviesa la línea de contacto. A medida que la banda se hace pasar a través del laberinto de ondulación se fuerza a adaptarse a la configuración del mismo, introduciéndose así en el interior de las acanaladuras u ondulaciones de banda que se aproximan a las dimensiones de la trayectoria a través del laberinto de ondulación. Por consiguiente, se apreciará que, en una máquina de ondulación convencional, las acanaladuras se introducen en el interior de la banda a lo largo de una dirección que es transversal a la trayectoria del desplazamiento de la banda; es decir, las acanaladuras se extienden en una dirección transversal (transversal a la máquina) con relación a la dirección de desplazamiento de la banda (dirección de la máquina). De manera más simple, convencionalmente las acanaladuras se extienden a lo largo de la anchura de la banda entre sus bordes laterales. Un ejemplo de esta metodología convencional se muestra en la patente U.S. n.º 8,057,621 (véanse las figuras 7 y 7a de la misma).

Ondular una banda de este modo puede dañar el cartón u otro material de banda debido a que introduce una cantidad sustancial de fuerzas de tensión y fricción oscilatorias a la banda a la que se dirige y mientras que se atraviesa la línea de contacto de ondulación. Brevemente, a medida que la banda se hace pasar entre los rodillos de ondulación y se fuerza a franquear el laberinto de ondulación, la tensión de la banda, así como esfuerzos de compresión normales al plano de la banda entrante, oscilan en magnitud y dirección a medida que se forman acanaladuras sucesivas debido al movimiento alternativo de las nervaduras de ondulación con relación a la banda, y debido a variaciones del rodillo y el paso en la banda a través del laberinto a medida que se ondula. La naturaleza oscilatoria de la tensión de banda a través de un laberinto de ondulación entre rodillos de ondulación está bien documentada; véase, por ejemplo, Clyde H. Sprague, Development of a Cold Corrugating Process Final Report, The Institute of Paper Chemistry, Appleton, Wisconsin, sección 2, pág. 45, 1985. Los picos cíclicos sustanciales resultantes en la tensión de banda normalmente producen algún daño estructural en la banda a medida que se ondula.

Además de efectos de tensión indeseables, ondular la banda en la dirección transversal a la máquina introduce acanaladuras que se extienden transversalmente a las fibras del cartón, que normalmente discurren por la longitud de la banda en la dirección de la máquina. Por tanto, las acanaladuras formadas en una dirección transversal a la máquina deben reorientarse y deben introducirse ondulaciones en las fibras de papel, lo que pueden llevar también a una resistencia mecánica reducida.

Una manera de abordar los problemas mencionados anteriormente sería ondular la banda en la dirección de la máquina de modo que las acanaladuras se extiendan a lo largo de la dirección de la trayectoria de desplazamiento de la banda; es decir, en la dirección longitudinal de la propia banda. Esto se denomina normalmente "ondulación longitudinal" u "ondulación lineal" Una cuestión con la ondulación longitudinal es que a medida que se forman las acanaladuras que se extienden longitudinalmente, consumen necesariamente anchura de banda (es decir, la extensión de la banda en la dirección lateral y transversal a la máquina) con el fin de convertir la banda inicialmente

plana en una que presenta colinas y valles. Dicho de otro modo, para producir acanaladuras que se extienden longitudinalmente, la banda debe recogerse en la dirección transversal a la máquina de modo que su anchura global después de que se formen las acanaladuras es menor que la anchura de banda antes de formar las acanaladuras. La relación de la anchura original ondulada previamente de la banda plana con respecto a su anchura ondulada posteriormente se denomina la "relación de contracción". Las razones de contracción se conocen muy bien para tamaños de acanaladuras habituales en procedimientos de ondulación transversal convencionales. Por ejemplo, una banda con acanaladuras de tipo A y ondulada transversalmente convencional exhibe una relación de contracción habitual de 1.56 debido a que la amplitud y el paso de las acanaladuras de tipo A son tales que introducirlas en la banda reduce la longitud de banda (es decir, su dimensión lineal en una dirección transversal a las acanaladuras) en un 64%; es decir, haciendo que la relación entre longitud de partida y longitud final sea igual a 1.56. Dicho de otro modo, en la ondulación convencional, si se quiere acabar con 91.4 metros de banda ondulada transversalmente, se han de alimentar 142.6 metros de banda plana a la máquina de ondulación para compensar la longitud de banda consumida al introducir las acanaladuras de tipo A.

Se presentará una relación de contracción similar en ondulación lineal excepto que ahora esa relación se aplicará a la anchura de banda en la dirección transversal a la máquina en lugar de a su longitud. Esto introduce un problema especial porque los dispositivos de ondulación lineal habituales, tales como rodillos de ondulación lineal no pueden recoger anchura de banda e introducir ondulaciones simultáneamente sin dañar ni desgarrar la banda. Por ejemplo, los rodillos de ondulación lineal presentan nervaduras y valles que se extienden circunferencialmente distribuidos longitudinalmente a lo largo de la longitud de los rodillos, en los que las nervaduras circunferenciales de un rodillo se alojan dentro de los valles circunferenciales del rodillo opuesto, y viceversa. A menos que la anchura de banda se condense suficientemente para compensar la relación de contracción del producto terminado antes de entrar en la línea de contacto entre esos rodillos, será sustancialmente más ancha que el producto destinado a entrar en la línea de contacto y necesitaría recogerse y ondularse instantánea y simultáneamente para producir el producto deseado. Esto puede conseguirse sin dañar ni desgarrar la banda. Para solucionar este problema, la banda que se desplaza debe recogerse desde su anchura inicial hasta su anchura final aproximada, basándose en la relación de contracción prevista, antes de introducirse en los rodillos de ondulación lineal u otro dispositivo de ondulación.

Por esta razón, la ondulación lineal llevada a cabo hasta la fecha no es práctica para aplicaciones comerciales que requieren tamaños de acanaladuras convencionales (por ejemplo, acanaladuras de tipo A hasta E) para anchuras de banda útiles (por ejemplo, anchura final de 127 centímetros). La patente U.S. n.º 7,691,045 divulga una máquina para recoger una banda que se desplaza lateralmente en la dirección transversal a la máquina antes de introducir esa banda en un conjunto de rodillos para introducir un patrón tridimensional en la banda. Esta máquina utiliza una serie de rodillos opuestos dispuestos a lo largo de la dirección de la máquina para introducir pliegues longitudinales en la banda empezando en el centro de la banda. Cada conjunto sucesivo de rodillos introduce después dos pliegues adicionales en cualquier lado del/de los pliegue(s) realizado(s) anteriormente hasta que toda la banda consiste en una serie de pliegues o acanaladuras longitudinales de modo que toda la anchura de la banda se ha recogido hasta un grado deseado. Esta máquina puede ser eficaz para recoger la anchura de un papel u otra banda antes de operaciones aguas abajo (tal como ondulación u otra formación tridimensional) para anchuras relativamente estrechas que no son particularmente útiles a una escala comercial. Desgraciadamente, sin embargo, para anchuras comerciales de, por ejemplo 127 centímetros o mayores, el número de conjuntos sucesivos de rodillos opuestos que serían necesarios para formar sucesivamente las acanaladuras longitudinales es tal que la máquina sería larga de manera poco práctica, produciendo una huella muy grande. Por consiguiente, tal máquina no puede readaptarse a líneas de ondulación existentes en las que el espacio es ajustado, y para nuevas instalaciones ocuparía demasiado espacio como para ser práctica.

La publicación de solicitud de patente U.S. n.º 2010/0331160, cedida normalmente con la presente solicitud, divulga otra máquina para recoger la anchura de una banda que se desplaza. Esa máquina utiliza conjuntos opuestos de barras de formación de acanaladuras lineales que generalmente se extienden en la dirección de la máquina, en la que el espaciado entre barras adyacentes generalmente disminuye a lo largo de la dirección de la máquina. Los conjuntos opuestos de barras están entrelazados de modo que se hace que la banda que se desplaza se adapte gradualmente a una geometría acanalada longitudinalmente intermedia a medida que pasa entre los conjuntos opuestos de barras en virtud del espaciado lateral que disminuye entre las barras. Esta máquina presenta la ventaja de que puede recoger la anchura de una banda que se desplaza en una distancia relativamente corta del desplazamiento de banda, y es, por tanto, de un tamaño y huella prácticos para readaptarse a las instalaciones existentes. Sin embargo, a medida que la banda de cartón atraviesa el laberinto entre los conjuntos opuestos de barras de formación de acanaladuras y se recoge lateralmente hacia dentro, elementos de papel individuales en la banda se arrastran lateralmente a través de las barras introduciendo así variaciones y oscilaciones de tensión laterales dependientes del tiempo y de la posición a través de la banda, que son indeseables y pueden contribuir a daño.

Sería deseable recoger la anchura de una banda de material que se desplaza en la dirección transversal a la máquina según una relación de contracción predeterminada deseable para el procesamiento aguas abajo, a la vez que se minimiza o elimina la introducción de fuerzas de tensión o fricción laterales en la banda como resultado de la operación de recogida. La banda recogida puede introducirse entonces en operaciones de procesamiento aguas

abajo, tales como ondulación longitudinal u otras operaciones para introducir una estructura tridimensional a la banda, operación/operaciones aguas abajo que se beneficiará(n) de la relación de contracción lateral introducida en la operación de recogida anterior.

5 El documento DE159213 divulga un aparato de formación para ondular papel y materiales similares.

**Sumario de la invención**

10 Según diversos ejemplos de la divulgación, pero no necesariamente todos, se proporciona un dispositivo de formación según la reivindicación 1 y un procedimiento de formación de una banda ondulada longitudinalmente según la reivindicación 11.

15 Se divulga un dispositivo de formación, que presenta un extremo de entrada y un extremo de salida separados a lo largo de una dirección de la máquina. El dispositivo de formación incluye una pluralidad de barras de formación de acanaladuras que se extienden desde el extremo de entrada adyacente hasta el de salida. Por lo menos un subconjunto de la pluralidad de barras de formación de acanaladuras está curvado de modo que converge en una dirección transversal a la máquina mientras avanza hacia el extremo de salida.

20 También se divulga una matriz de ondulación, que presenta un extremo de entrada y un extremo de salida separados a lo largo de una dirección de la máquina. La matriz de ondulación presenta una primera superficie de formación continua y suave que presenta un primer contorno de senoide observado en sección transversal lateral adyacente al extremo de entrada. La primera superficie de formación evoluciona gradualmente en la dirección de la máquina hasta un segundo contorno de senoide observado en sección transversal lateral adyacente al extremo de salida. El primer contorno de senoide presenta una amplitud mayor y una frecuencia menor que dicho segundo contorno de senoide.

30 También se divulga una línea de ondulación, que incluye el dispositivo de formación mencionado anteriormente ubicado aguas arriba a lo largo de la dirección de la máquina de la matriz de ondulación mencionada anteriormente. El dispositivo de formación está configurado para administrar desde su extremo de salida una banda formada de material de medio que se ha acanalado en una geometría acanalada longitudinalmente intermedia. La matriz de ondulación está configurada para alojar la banda formada y para convertirla de la geometría acanalada longitudinalmente intermedia a una forma casi acabada que presenta una geometría acanalada de menor amplitud y mayor frecuencia que se aproxima a una geometría ondulada final deseada.

35 También se divulga un procedimiento de formación de una banda ondulada longitudinalmente. El procedimiento incluye las etapas siguientes: introducir uniformemente en una banda de material de medio una disposición de anchura total de acanaladuras longitudinales de geometría intermedia a medida que la banda se desplaza a lo largo de la trayectoria de desplazamiento de la banda en una dirección de la máquina, reduciendo así la anchura de la banda hasta sustancialmente una anchura final que corresponde a una relación de contracción para ondulaciones longitudinales preseleccionadas u otra estructura tridimensional que va a formarse en la banda en la anchura final mencionada anteriormente, en el que sustancialmente ninguna parte de la banda atraviesa un elemento de formación de acanaladuras en una dirección transversal a la máquina mientras se introducen en ella las acanaladuras de geometría intermedia.

45 También se divulga un procedimiento adicional de formación de una banda ondulada longitudinalmente, que incluye las etapas siguientes: alimentar una banda de material con un medio que presenta una anchura inicial en una dirección de la máquina a través de un laberinto de acanalamiento longitudinal definido entre conjuntos opuestos de por lo menos barras de formación de acanaladuras parcialmente entrelazadas, en el que se curvan pluralidades de las barras de formación de acanaladuras en cada conjunto, de modo que las barras en dichas pluralidades respectivas convergen en la dirección transversal a la máquina a medida que avanzan hacia un extremo de salida; y reducir la anchura de la banda hasta una anchura sustancialmente final formando acanaladuras longitudinales de geometría intermedia en la banda a medida que pasa a través del laberinto, en el que elementos individuales de la banda que pasan a través del laberinto siguen líneas de contorno curvas a lo largo de pluralidades individuales respectivas de las pluralidades de barras de formación de acanaladuras desde un punto en el que el elemento respectivo entra en contacto en primer lugar con la barra respectiva durante todo el camino hasta que la banda sale del laberinto.

60 Se divulga un dispositivo de formación adicional, que presenta un extremo de entrada y un extremo de salida separados a lo largo de una dirección de la máquina, y una pluralidad de barras de formación de acanaladuras que se extiende desde el extremo de entrada adyacente hacia el extremo de salida. Por lo menos un subconjunto de la pluralidad de barras de formación de acanaladuras presenta cada uno una configuración de tangente variable tal que tangentes imaginarias a cada uno de los subconjuntos de barras, en ubicaciones espaciadas a lo largo de la longitud de los mismos, están sucesivamente más cerca de ser paralelas a la dirección de la máquina. De este modo, el subconjunto de barras de formación de acanaladuras converge en una dirección transversal a la máquina a medida que avanza hacia el extremo de salida.

**Breve descripción de los dibujos**

- 5 La figura 1 es una ilustración esquemática de una línea de ondulación longitudinal que incorpora un dispositivo de formación y una matriz de ondulación longitudinal tal como se divulga en la presente memoria.
- La figura 2 es una vista en perspectiva de un dispositivo de formación para su utilización en una línea de ondulación longitudinal, en el que las disposiciones primera (superior) y segunda (inferior) respectivas de barras de formación de acanaladuras están espaciadas entre sí.
- 10 La figura 2a es una vista en primer plano que muestra detalles de barras de formación de acanaladuras en el extremo de salida del dispositivo de formación de la figura 2.
- La figura 3 es una vista en perspectiva del dispositivo de formación de la figura 2, en el que las disposiciones primera y segunda de barras de formación de acanaladuras se han acoplado parcialmente para entrelazar las barras de formación de acanaladuras opuestas comenzando en una ubicación intermedia de los extremos de entrada y salida del dispositivo de formación, aumentando el grado de entrelazado en la dirección de la máquina hacia el extremo de salida.
- 15 La figura 3a es una vista en primer plano que muestra detalles de barras de formación de acanaladuras entrelazadas en el extremo de salida del dispositivo de formación de la figura 3.
- Las figuras 4a y 4b son vistas de los respectivos primer y segundo conjuntos de barras de formación de acanaladuras sujetos a bastidores primero y segundo respectivos, cada uno observado a lo largo de una línea que es perpendicular al bastidor respectivo y orientado hacia el conjunto de barras asociado.
- 25 La figura 4c es una vista esquemática de una disposición de barras de formación de acanaladuras tal como se describe en la presente memoria, por ejemplo, de una de las disposiciones ilustradas en las figuras 4a y 4b, que ilustra el espaciado lateral constante entre barras de formación de acanaladuras adyacentes lateralmente en cada disposición.
- 30 La figura 5 es una vista en planta esquemática de ambo primer y segundo conjuntos de barras de formación de acanaladuras tal como se divulga en la presente memoria por lo menos entrelazados parcialmente entre sí. La figura también ilustra esquemáticamente la recogida de anchura de banda utilizando el dispositivo de formación dado a conocer para adecuarse a las razones de contracción asociadas con acanaladuras de tipo "A" y "C" convencionales para ondulación longitudinal.
- 35 La figura 6 es una sección transversal lateral de una barra de formación de acanaladuras utilizada en un dispositivo de formación de acanaladuras tal como se divulga en la presente memoria, tomada a lo largo de la línea 6-6 en la figura 2.
- 40 La figura 7 es una vista lateral de un dispositivo de formación tal como se divulga en la presente memoria, mostrado durante un estado de funcionamiento, por ejemplo, con las disposiciones de barras de formación de acanaladuras acopladas como en la figura 3.
- 45 La figura 7a es una vista en perspectiva del dispositivo de formación en la figura 7 mostrado durante el mismo estado de funcionamiento.
- La figura 8 ilustra una realización alternativa de un dispositivo de formación tal como se divulga en la presente memoria, en el que el dispositivo de formación define un laberinto de ondulación longitudinal intermedio que sigue un trayecto curvado con el fin de efectuar un ajuste en el curso de banda al mismo tiempo que se introducen ondulaciones intermedias para recoger anchura de banda antes de operaciones aguas abajo.
- 50 La figura 9a es una vista en sección en perspectiva de una matriz de ondulación tal como se divulga en la presente memoria para convertir una banda formada que sale del dispositivo de formación dado a conocer en una forma casi acabada en comparación con una geometría ondulada final deseada.
- 55 La figura 9b es una vista en perspectiva de la matriz de ondulación en la figura 9a en la que han acoplado las mitades de matriz 310 y 320 respectivas.
- 60 La figura 9c es una vista de extremo de la matriz de ondulación tal como se muestra en la figura 9c, que muestra la configuración ahusada de las nervaduras que definen la geometría de senoide inicial de la trayectoria de banda a través de la matriz de ondulación.
- 65 La figura 10 es una vista en perspectiva, en sección, de una parte, de una banda que se desplaza a medida que se conforma para dar una forma casi acabada en la matriz de ondulación descrita en la presente memoria, a partir de la banda ondulada intermedia producida en el dispositivo de formación.

La figura 11 es una vista en perspectiva que muestra rodillos de ondulación longitudinales acoplados para definir una línea de contacto de ondulación entre los mismos para conferir ondulaciones longitudinales a una banda que se desplaza.

5

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La figura 1 ilustra esquemáticamente una línea de ondulación longitudinal 1000. En la realización ilustrada, la línea de ondulación 1000 incluye, en la dirección de la máquina a lo largo de la trayectoria de desplazamiento de la banda de una banda 10 de medio de ondulación, un aparato de acondicionamiento 100, un dispositivo de formación 200, una matriz 300 de ondulación y un aparato de ondulación final 400. En la figura 1, una única banda 10 de medio de ondulación se desplaza a lo largo de la trayectoria de desplazamiento de la banda a través de la línea de ondulación 1000 en la dirección de la máquina. La banda se indica mediante los números de referencia 10, 10a, 10b, 10c y 10d en la figura 1, que corresponden a diferentes fases en la línea 1000 en la que la banda se acondiciona o trata o manipula en diferentes operaciones tal como se describe más completamente a continuación.

Brevemente, en la figura 1 la banda 10 se alimenta inicialmente desde una fuente de medio de ondulación (por ejemplo, desde rodillos como es convencional en la técnica, no mostrado) hasta el aparato de acondicionamiento 100. En el aparato de acondicionamiento 100, la humedad y/o la temperatura de la banda 10 pueden ajustarse para estar dentro de un intervalo óptimo si se desea. Después, la banda acondicionada 10a se alimenta a un dispositivo de formación 200. En el dispositivo de formación 200, se reduce la anchura global de la banda que se desplaza recogiendo la banda lateralmente (en la dirección transversal a la máquina) mediante la introducción de acanaladuras que se extienden longitudinalmente para producir una banda formada 10b de geometría intermedia. Las acanaladuras que se extienden longitudinalmente en la banda formada 10b son de mayor amplitud y menor frecuencia que las de la banda ondulada final 10d que van a hacerse aguas abajo. Mediante la introducción de las acanaladuras de geometría intermedia, el dispositivo de formación 200 reduce la anchura en la banda formada 10b (en la dirección transversal a la máquina) en comparación con la banda original 10 (o la banda acondicionada 10a) en la relación de contracción (o en aproximadamente esa relación) de manera correspondiente a las acanaladuras longitudinales finales que van a introducirse aguas abajo. Es importante que la anchura global de la banda formada 10b que emerge desde el dispositivo de formación 200 se aproxime o sea sustancialmente igual a la anchura de una banda ondulada final 10d.

Se describirá ahora cada una de las operaciones mencionadas anteriormente.

#### 35 Aparato de acondicionamiento

Comenzando primero con el aparato de acondicionamiento 100, el acondicionamiento es opcional y puede no ser necesario o deseable en todas las líneas 1000 de ondulación longitudinales. Por consiguiente, el aparato de acondicionamiento puede omitirse. Cuando se incluye, el aparato de acondicionamiento 100 puede utilizarse para introducir o ajustar un contenido de humedad en la banda 10 antes de su entrada en el dispositivo de formación 200. Puede utilizarse cualquier dispositivo convencional o adecuado para proporcionar o ajustar la humedad en la banda en o como el aparato de acondicionamiento 100, tal como boquillas de pulverización, rodillos de aplicación de humedad, etc. Estos no se describirán adicionalmente en la presente memoria, sino que se conocen dispositivos de acondicionamiento de humedad a modo de ejemplo adecuados en el aparato de acondicionamiento, por ejemplo, a partir de la patente U.S. n.º 8.057.621.

El aparato de acondicionamiento 100 puede incluir también uno o más dispositivos para ajustar la temperatura de la banda que se desplaza 10 en un intervalo óptimo para el procesamiento aguas abajo. Por ejemplo, son convencionales en la técnica y pueden utilizarse rodillos calentados y placas calientes. En algunas realizaciones, tanto la humedad como la temperatura pueden ajustarse de manera simultánea o sucesiva mediante el aparato de acondicionamiento 100 con el fin de acondicionar la banda para operaciones aguas abajo. Por ejemplo, se desea generalmente que la banda que se desplaza posea entre el 6 y el 9 por ciento en peso de humedad para proteger las fibras de papel. Calentar la banda hasta una temperatura elevada (particularmente en climas fríos) pero no suficientemente alta como para quemar o en cualquier caso dañar el papel, puede ayudar también a relajar las fibras de papel haciéndolas menos sensibles a la rotura o el daño por efectos de plegamiento y tensión introducidos en operaciones de ondulación aguas abajo. Tanto las operaciones de acondicionamiento de humedad como de temperatura se describen en la patente '621 mencionada anteriormente y en cualquier lugar de la bibliografía, y no se describirán adicionalmente en la presente memoria.

#### 60 Dispositivo de formación

Una vez que la banda 10 se ha tratado para producir la banda acondicionada 10a, esa banda (o en ausencia del aparato de acondicionamiento 100, la banda sin acondicionar 10) se alimenta a lo largo de la trayectoria de desplazamiento de la banda en el dispositivo de formación 200. En la figura 2 se ilustra una realización de ejemplo del dispositivo de formación 200. En esa realización, el dispositivo de formación presenta un primer conjunto o superior de barras de formación de acanaladuras 210 y un segundo conjunto o inferior de barras de formación de

5 acanaladuras 220. Los conjuntos de barras de formación de acanaladuras 210 y 220 están dispuestos opuestos y orientados entre sí en cualquier lado de la trayectoria de desplazamiento de la banda a través del dispositivo de formación 200. En la figura 2, cada uno de los conjuntos opuestos de barras de formación de acanaladuras 210 y 220 se proporciona como una disposición sustancialmente plana de barras de formación de acanaladuras primera 10 212 o segunda 222 respectivas soportadas en un bastidor primero (o superior) 215 o segundo (o inferior) 225 respectivos. Los bastidores 215 y 225 están sujetos a postes de soporte delantero 230 y posterior 235 para fijar las posiciones y orientaciones relativas de los bastidores 215 y 225 (y correspondientemente de los/las conjuntos/disposiciones primero/a segundo/a de barras de formación de acanaladuras 210 y 220) relativos entre sí. En la realización ilustrada, el bastidor 225 inferior está sujeto a los postes de soporte 230, 235 en una posición 15 fija de modo que es sustancialmente paralela a la trayectoria de desplazamiento de la banda a través del dispositivo de formación 200 y de modo que su altura o posición es fija. El bastidor superior está sujeto en su extremo de salida 202 a los postes de soporte delanteros 230 mediante accionadores 240 de ajuste de posición que pueden ajustar la posición o el espaciado del bastidor superior 215 en relación con el bastidor inferior 225 en el extremo de salida 202 del dispositivo de formación 200. Los accionadores 240 pueden ser, por ejemplo, pistones hidráulicos o neumáticos, motores paso a paso, servos, solenoides, o cualquier otro dispositivo adecuado o convencional que puede ajustar la posición del bastidor superior 215 en relación con el bastidor inferior 225 en el extremo de salida 202.

20 En una realización preferida, el bastidor superior 215 está sujeto de manera similar a los postes de soporte posteriores 235 mediante accionadores 240 de ajuste tal como se describió anteriormente, de modo que la posición o el espaciado del bastidor superior 215 puede ajustarse de manera similar en relación con el bastidor inferior 225 en el extremo de entrada 201. De hecho, en realizaciones preferidas, tanto el extremo de entrada como el de salida del bastidor superior/primeros 215, y por tanto del conjunto superior/primeros de barras de formación de acanaladuras 210, pueden ajustarse independientemente hacia y lejos de (por ejemplo, altura ajustable en relación con) el 25 bastidor inferior/segundo 225, y por tanto del conjunto inferior/segundo de barras de formación de acanaladuras 220. En una realización alternativa, tanto el bastidor primero 215 como el segundo 225 pueden ajustarse independientemente en posición utilizando accionadores similares tal como se describió anteriormente, o pueden ajustarse en relación con el bastidor opuesto, en uno o ambos de los extremos de entrada y de salida 201 y 202 del dispositivo de formación.

30 Las figuras 4a y 4b ilustran los bastidores superior e inferior 215 y 225 respectivos y las disposiciones asociadas de barras de formación de acanaladuras 210 y 220 a lo largo de una línea normal al bastidor respectivo y observada desde una posición entre las disposiciones 210 y 220 respectivas. Tal como se observa mejor en estas figuras, cada disposición (conjunto) plana de barras de formación de acanaladuras 210 y 220 está dispuesta de modo que 35 las barras 212 y 222 asociadas generalmente se extienden todas a lo largo de la dirección de la máquina desde el extremo de entrada 201 hacia el extremo de salida 202 del dispositivo 220 de formación. Barras individuales de las barras de formación de acanaladuras 212 y 222 en cada disposición se curvan a lo largo de por lo menos partes o segmentos posteriores de las mismas de modo que convergen lateralmente (en la dirección transversal a la máquina) a medida que las barras 212 y 222 avanzan en la dirección de la máquina desde el extremo de entrada 40 201 hacia el extremo de salida 202. Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "converger" significa aproximarse o acercarse, sin que se requiera que los elementos que convergen realmente se toquen. Tal como resultará evidente a continuación, se prefiere de hecho que las barras de formación de acanaladuras convergentes tal como se describen en la presente memoria no se toquen realmente, sino que en cambio tiendan hacia y alcancen en última instancia trayectos paralelos. En una realización, algunas de las barras 212 y 222 dejan de 45 curvarse en una ubicación que se aproxima al extremo de salida 202 del dispositivo de formación de modo que todas las barras 212 y 222 en ese dispositivo son sustancialmente paralelas a lo largo de la dirección de la máquina desde esa ubicación hacia delante, hasta el extremo de salida 202. Alternativamente, las barras curvas pueden estar técnicamente curvadas todo el camino hasta el extremo de salida 202, aunque las tangentes a todas las barras 212 y 222 preferiblemente son sustancialmente paralelas entre sí a lo largo de dirección de la máquina en ese extremo 202. De manera más amplia, las barras de formación de acanaladuras 212 y 222 convergentes están 50 caracterizadas por una configuración de tangente variable, en la que líneas imaginarias que se hacen pasar tangentes a cada una de las barras en ubicaciones espaciadas a lo largo de la longitud de la barra están sucesivamente más cerca de ser paralelas a la dirección de la máquina a lo largo de la cual una banda se desplazará entre el extremo de entrada y el extremo de salida 202. Se prefiere una barra de formación de acanaladuras curva de manera continua 212, 222, o una región posterior curva de manera continua (adyacente al extremo de entrada 201) de la misma, tal como se describe en detalle en la presente memoria, para la configuración de tangente variable. Pero pueden ser posibles otras formas de tangente variable. Las características anteriores se describen todas más completamente a continuación.

60 Volviendo a la realización preferida ilustrada en las figuras 4a y 4b, las barras individuales 212 y 222 en las disposiciones respectivas se curvan de modo que convergen hacia una línea imaginaria 209 ó 229 en el plano de la disposición asociada que discurre a lo largo de la trayectoria de desplazamiento de la banda paralela a la dirección de la máquina en el dispositivo de formación. Lo más preferiblemente, esa línea imaginaria 209 ó 229 representa una línea central de la disposición respectiva tal como se ilustra en las figuras, de modo que por lo 65 menos partes de las barras individuales de formación de acanaladuras 212, 222 en cualquier lado de la línea central en la disposición respectiva 215, 225 se curvan de modo que se aproximan a esa línea central a medida

que se extienden en la dirección de la máquina. En una realización a modo de ejemplo, una o más de las barras de formación 212, 222 pueden exhibir una curvatura parabólica, o todas las barras curvas 212, 222 pueden exhibir curvatura parabólica, entre los extremos de entrada y salida 201 y 202.

5 En la realización ilustrada, la disposición superior 210 presenta un número impar de barras de formación de acanaladuras 212 (se ilustran 15) y la disposición inferior 220 presenta un número par de barras de formación de acanaladuras 222 (se ilustran 16). Esta disposición permite que se entrelacen disposiciones respectivas entre sí para definir un laberinto 250 de acanalamiento longitudinal intermedio (observado en la figura 7) para una banda 10 de material que se desplaza a través del dispositivo de formación 200 (descrito a continuación), a la vez que también permite que ambas disposiciones se centren a lo largo de una línea central común (observada desde arriba), por ejemplo, a lo largo de una línea central de la trayectoria de desplazamiento de la banda, a la vez que se entrelazan. Sin embargo, se apreciará que tanto la disposición superior 210 como la inferior 220 pueden comprender números pares o impares de barras de formación de acanaladuras (por ejemplo, ambas barras pueden incluir el mismo número de barras de formación de acanaladuras), con la salvedad de que no pueden alinearse luego ambas a lo largo de una línea central común (observada desde arriba) a la vez que se entrelazan.

Volviendo a las figuras, cuando una disposición de barras de formación de acanaladuras presenta un número impar de tales barras, por ejemplo, las barras 212 en la disposición superior 210 ilustrada en la figura 4a, la barra de formación de acanaladuras más central 212a preferiblemente es lineal y está alineada colinealmente con la línea central 209 de la disposición 210. Esta línea central preferiblemente coincide también con una línea central del bastidor inferior 225 y por tanto del dispositivo de formación 200. De manera más amplia, en una disposición de barras de formación tal como se divulga en la presente memoria, se prefiere que la única vez que una de las barras de formación es lineal y no curva a lo largo de por lo menos un segmento de la misma desde el extremo de entrada 201 hacia el extremo de salida 202 es cuando esa barra de formación está alineada y es colineal con la línea imaginaria hacia la cual las otras barras de formación en la misma disposición convergerán a medida que se extienden hacia el extremo de salida 202. Todas las otras barras de formación en la misma disposición se curvarán por lo menos en partes o segmentos posteriores de las mismas para converger lateralmente en esa línea imaginaria, y en este caso también en la barra de formación lineal colineal con dicha línea imaginaria.

Esto puede observarse en la disposición superior 210 ilustrada en la figura 4a, en la que la barra de formación 212a más central es lineal, y además es colineal con la línea central imaginaria 209 de la disposición 210. Un primer par de barras de formación 212b están dispuestas en cualquier lado y espaciadas lateralmente de la barra más central 212a, extendiéndose cada una desde el extremo de entrada 201 hacia el extremo de salida 202 del dispositivo de formación 200, y curvándose cada una de modo que converge en la línea central 209 (y en la barra de formación 212a más centrada) a medida que avanza hacia el extremo de salida 202. Un segundo par de barras de formación 212c están dispuestas en cualquier lado y espaciadas lateralmente del primer par de barras de formación 212b, extendiéndose de nuevo cada una desde el extremo de entrada 201 hacia el extremo de salida 202 del dispositivo de formación, y curvándose cada una de modo que converge en la línea central 209 (y en la barra de formación 212a más centrada) a medida que avanza hacia el extremo de salida 202. Un tercer par de barras de formación 212d están dispuestas en cualquier lado y espaciadas lateralmente del segundo par de barras de formación 212c, extendiéndose de nuevo cada una desde el extremo de entrada 201 hacia el extremo de salida 202 del dispositivo de formación, y curvándose de nuevo cada una de modo que converge en la línea central 209 (y en la barra de formación más central 212a) a medida que avanza hacia el extremo de salida 202. Pueden proporcionarse pares adicionales de barras de formación 212d-h espaciadas en intervalos sucesivamente mayores de la línea central en la disposición 210.

Volviendo ahora a la disposición inferior de barras de formación de acanaladuras 220 ilustrada en la figura 4b, no existe una barra de formación de acanaladuras más central 222. Esto es debido a que existe un número par de barras de formación de acanaladuras 222. En cambio, el par más central de barras de formación de acanaladuras 222a está cada una espaciada en cualquier lado de la línea central 229, estando los pares sucesivamente más distantes lateralmente de las barras de formación de acanaladuras 222b-h espaciados asimismo en cualquier lado de la línea central 229. De manera similar que para la disposición superior 210, en este caso el segundo par de barras de formación 222b están dispuestas en cualquier lado de y espaciadas lateralmente del primer par de barras de formación 222a, extendiéndose cada una desde el extremo de entrada 201 hacia el extremo de salida 202 del dispositivo de formación, y curvándose cada una de modo que converge en la línea central 229 de la disposición inferior 220 a medida que avanzan hacia el extremo de salida 202. Los sucesivos pares ilustrados tercero a octavo de barras de formación de acanaladuras inferiores 222c-h están asimismo sucesivamente espaciados lateralmente del par siguiente más central, y se curvan asimismo de modo que cada una converge en la línea central 229 de la disposición inferior 220 hacia el extremo de salida 202 del dispositivo de formación 200.

Todavía haciendo referencia a las figuras 4a y 4b, para cada una de las disposiciones 210 y 220 el grado de curvatura de las barras de formación de acanaladuras 212 y 222 asociadas es el mayor en el extremo de entrada 201 del dispositivo de formación 200, en el que una banda de material de medio entraría en primer lugar en ese dispositivo 200. El grado de curvatura de las barras de formación de acanaladuras disminuye gradualmente a medida que las barras avanzan hacia el extremo de salida 202, desde el cual emergería una banda formada 10b

(véase la figura 7a) durante un procedimiento de ondulación longitudinal. El resultado es que las barras de formación de acanaladuras individuales 212 y 222 convergen rápidamente hacia la línea central imaginaria (u otra línea longitudinal) en la disposición 210 ó 220 respectiva de manera adyacente al extremo de entrada 201 del dispositivo de formación. Sin embargo, a medida que los grados de curvatura de las barras disminuyen en la dirección de la máquina, disminuye también gradualmente la tasa de convergencia de las barras de formación de acanaladuras, preferiblemente hasta que todas las barras 212 ó 222 en la disposición 210 ó 220 respectiva se vuelven generalmente lineales y paralelas entre sí en la dirección de la máquina en el extremo de salida 202 del dispositivo de formación 200. Es decir, las barras 212 y 222 pueden dejar de curvarse en una ubicación que se aproxima al extremo de salida 202, más allá de la cual todas son generalmente lineales y paralelas tal como se describió anteriormente. Alternativamente, las barras 212 y 222 pueden continuar curvándose hasta el extremo de salida 202 del dispositivo de formación 200, en el que el grado de curvatura preferiblemente será sustancialmente reducido en el extremo de salida 202 en comparación con el extremo de entrada 201 de modo que en el extremo de salida 202 todas son aproximadamente lineales y paralelas. En cualquier caso, las tangentes de todas las barras de formación de acanaladuras 212 y 222 en el extremo de salida 202 son todas sustancialmente paralelas a lo largo de la dirección de la máquina.

Tal como se ilustra esquemáticamente en la figura 4c, para una disposición 210 ó 220 dada se prefiere que las barras de formación de acanaladuras 212 ó 222 en esa disposición sean sustancialmente equidistantes en cualquier ubicación dada a lo largo de la dirección de la máquina en el dispositivo de formación 200. Por ejemplo, la figura 4c ilustra esquemáticamente tres ubicaciones longitudinales a lo largo de la dirección de la máquina, A, B y C, de modo que las distancias laterales entre barras adyacentes de las barras de formación de acanaladuras son todas iguales en las ubicaciones respectivas. Es decir, las distancias laterales  $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$  entre barras de formación de acanaladuras adyacentes en una ubicación en la dirección de la máquina A son todas iguales, y asimismo para ubicaciones en la dirección de la máquina B (distancias  $b_1$ ,  $b_2$  y  $b_3$ ) y C (distancia  $c_1$ ,  $c_2$  y  $c_3$ ). En las realizaciones preferidas, lo anterior se mantiene igual para ambas disposiciones primera y segunda (superior e inferior) de barras de formación de acanaladuras 210 y 220 en el dispositivo de formación 200.

Se apreciará, de nuevo con referencia a la figura 4c (y también a las figuras 4a y 4b), que mientras que las barras de formación de acanaladuras en una disposición dada son preferiblemente todas equidistantes en cualquier ubicación dada a lo largo de la dirección de la máquina, la distancia lateral entre barras adyacentes disminuye a medida que las barras avanzan en la dirección de la máquina hacia el extremo de salida 202 del dispositivo de formación, por lo menos a lo largo de partes o segmentos posteriores de las barras. Es decir, haciendo referencia a la figura 4c,  $a_1 > b_1 > c_1$  por lo menos en partes o segmentos convergentes posteriores de las barras de formación de acanaladuras 212, 222, acorde con el hecho de que esas barras convergen preferiblemente de manera lateral a medida que avanzan en la dirección de la máquina hacia el extremo de salida 202. En realizaciones preferidas, esa convergencia es el resultado de la curvatura lateral de por lo menos un subconjunto (por ejemplo, todas menos la más central) de las barras de formación de acanaladuras 212, 222 en cada disposición 210 ó 220 tal como se comentó anteriormente. De manera más amplia, sin embargo, se entenderá que el subconjunto señalado de barras de formación de acanaladuras 212, 222 presentan una configuración de tangente variable, de modo que las tangentes imaginarias a cada una de esas barras de formación de acanaladuras, que se hacen pasar en ubicaciones espaciadas a lo largo de la longitud de cada una de tales barras, están sucesivamente más cerca de ser paralelas a la dirección de la máquina a medida que esa barra avanza hacia el extremo de salida 202 del dispositivo de formación. Esto se ilustra esquemáticamente en la figura 4c, en la que para una barra de formación de acanaladuras 212, 222, una línea de tangente  $T_a$  que se ha hecho pasar por la ubicación "A" en la dirección de la máquina alejada del extremo de salida no es paralela a la dirección de la máquina; es decir, a la línea central en esa figura. Mientras, una línea tangente  $T_b$  que se ha hecho pasar por una ubicación "B" más cercana al extremo de salida está más cerca de ser paralela a la dirección de la máquina, y una línea de tangente  $T_c$  que se ha hecho pasar por la ubicación C esencialmente en el extremo de salida es paralela o aproximadamente paralela a la dirección de la máquina. En las realizaciones preferidas descritas en la presente memoria e ilustradas en las figuras, cada una de las barras de formación de acanaladuras 212, 222 que presenta la configuración de tangente variable mencionada anteriormente se curva de manera continua y suave en su región de tangente variable, que puede ser una parte posterior de la barra o puede ser toda la longitud de la barra. De manera alternativa y menos preferiblemente, la región de tangente variable puede formarse como una serie de segmentos de barras de formación lineales o progresivos que juntos se integran o aproximan a una curva (no mostrada) que comienza de manera adyacente en el extremo de entrada y que se extiende hacia el extremo de salida 202.

Volviendo a la figura 2 y haciendo referencia ahora a la figura 3, las disposiciones respectivas y opuestas primera y segunda 210 y 220 de barras de formación de acanaladuras están configuradas de modo que al aproximarse entre sí se entrelazan con el fin de definir un laberinto 250 de acanalamiento longitudinal intermedio entre ellas. En la figura 3, la posición del bastidor superior 215 se ha ajustado hacia el bastidor inferior 225 en el extremo de salida 202 para entrelazar las partes delanteras de las barras de formación de acanaladuras opuestas 212 y 222 en el extremo de salida 202 y en la región de salida del dispositivo de formación 200. En la misma figura, el bastidor superior 215 se ha ajustado también hacia el bastidor inferior 225 en el extremo de entrada 201, aunque hasta un grado menor que en el extremo de salida 202, con el fin de ajustar la ubicación del punto de estrangulamiento 290 (figura 7) en el que las barras de formación de acanaladuras opuestas 212 y 222 justo comienzan a entrelazarse tal como se describe más completamente a continuación. En una realización preferida, las curvaturas de las barras

de formación de acanaladuras respectivas 212 y 222 en las disposiciones opuestas 210 y 220 son de modo que las barras de formación de acanaladuras entrelazadas 212, 222 son equidistantes o sustancialmente equidistantes entre sí en cualquier ubicación longitudinal dada a lo largo de la dirección de la máquina en el dispositivo de formación 200, y de modo que barras curvas de las mismas convergen todas de manera similar hacia una línea imaginaria común (preferiblemente una línea central) paralela a la dirección de la máquina en el dispositivo de formación.

La figura 5 es una vista en planta esquemática que ilustra los conjuntos entrelazados superior e inferior 210 y 220 de las barras de formación de acanaladuras 212 y 222, en los que las barras superiores 212 se representan mediante líneas de contorno sólidas y las barras inferiores 222 se representan mediante líneas de contorno parcialmente rotas. Se apreciará que las líneas de contorno representativas de las barras de formación de acanaladuras superior e inferior alternantes 212 y 222 son similares a las líneas de contorno ilustradas en la figura 4c para sólo una disposición de esas barras. De hecho, la disposición entrelazada en la figura 5 exhibe características similares. Concretamente, los grados de curvatura (y por tanto la tasa de convergencia) de las barras de formación de acanaladuras entrelazadas curvas 212, 222 en la figura 5 disminuyen a medida que las barras avanzan en la dirección de la máquina hacia el extremo de salida 202, por lo menos en partes posteriores de las barras. El espaciado lateral entre barras adyacentes de las barras entrelazadas 212, 222 es también preferiblemente constante (es decir, todas las barras entrelazadas son de manera preferible sustancialmente equidistantes) en cualquier ubicación longitudinal dada a lo largo de la dirección de la máquina, volviéndose dicho espaciado cada vez más pequeño a medida que se avanza en esa dirección. Preferiblemente, las barras de formación de acanaladuras 212, 222 en la disposición entrelazada en la figura 5 (y observada también en la vista en perspectiva en la figura 3) son también todas generalmente lineales y paralelas entre sí en la dirección de la máquina en una región de salida del dispositivo de formación; es decir, adyacentes al lado derecho de cada una de las figuras 3 y 5.

Volviendo a la figura 6, se muestra una barra de formación de acanaladuras 212/222 a modo de ejemplo en sección lateral. En la realización ilustrada, la barra de formación 212/222 incluye una parte de base 260 y una parte de acoplamiento de banda 262. En partes entrelazadas de los conjuntos opuestos de barras de formación de acanaladuras 210 y 220 en funcionamiento, las partes de acoplamiento 262 respectivas de un conjunto de barras se alojan en los espacios laterales definidos entre partes de acoplamiento adyacentes 262 de las barras de formación de acanaladuras en el conjunto opuesto. Esto puede observarse de la manera más clara en la figura 3a. Las barras de formación de acanaladuras 212/222 pueden sujetarse directamente al bastidor 215, 225 asociado. Alternativamente, y en particular cuando puede desearse un alto grado de entrelazado o (es decir, el grado en el que las partes de acoplamiento 262 del primer conjunto de barras 210 penetra más allá de un plano imaginario tangente a las superficies más exteriores de las partes de acoplamiento 262 del segundo conjunto 210, y viceversa), las barras de formación de acanaladuras 212, 222 pueden formarse o sujetarse a espaciadores 270 para aumentar la distancia entre la parte de acoplamiento de banda y el bastidor 215, 225 asociado. Las barras de formación de acanaladuras 212, 222 pueden sujetarse a los espaciadores 270 de cualquier manera convencional o adecuada, por ejemplo, mediante soldadura, soldadura fuerte, adhesivos o elementos de fijación mecánicos utilizando juntas de estanqueidad apropiadas para garantizar un sello estanco a fluidos. Alternativamente, las barras de formación de acanaladuras 212, 222 pueden estar formadas de manera solidaria con los espaciadores 270 asociados, dando como resultado eficazmente una barra de formación de acanaladuras 212, 222 relativamente alta.

En funcionamiento, la parte de acoplamiento de banda 262 de la barra de formación de acanaladuras 212, 222 se acopla a una banda que se desplaza 10 en el dispositivo de formación para formar de ese modo acanaladuras longitudinales intermedias en ella para producir la banda formada 10b (véase la figura 7a). Por consiguiente, la parte de acoplamiento 262 presenta preferiblemente una superficie generalmente redondeada (por ejemplo, cilíndrica) para entrar en contacto con la banda 10. La superficie de la parte de acoplamiento 262 puede incluir una característica de superficie antifricción para de ese modo reducir las fuerzas de fricción en la banda 10 a medida que pasa entre los conjuntos entrelazados primero y segundo de barras de formación de acanaladuras 210 y 220 para introducir la geometría acanalada intermedia en la misma (es decir, a medida que se forma la banda 10b) en el dispositivo de formación 200. En un ejemplo, las barras de formación de acanaladuras 212, 222 o partes de las mismas pueden ser barras de contacto cero que pueden hacerse funcionar para soportar la banda 10 de material de medio en una altura variable sobre la misma en un cojín de aire u otro fluido que se emite a través de puertos 205 de fluido proporcionados en las partes de acoplamiento 262. Preferiblemente, los puertos 205 están distribuidos sobre las partes de acoplamiento 262 de las barras de formación 212, 222 sustancialmente a lo largo de toda su longitud, o por lo menos a lo largo de las partes de las mismas que se acoplarán a una banda que se desplaza 10 durante la utilización.

Cuando las barras de formación de acanaladuras 212, 222 se hacen funcionar como barras de contacto cero, preferiblemente la parte de acoplamiento 262 de cada barra de contacto cero presenta un paso de fluido 204 en ellas en comunicación de fluido con los puertos 205 de fluido para conducir el fluido deseado (tal como aire) a esos puertos 205. El fluido sale de esos puertos 205 para de ese modo proporcionar un cojín del fluido entre la superficie de la parte de acoplamiento 262 y la banda 10 con el fin de soportar la banda que se desplaza 10 por encima de la parte de acoplamiento 262 y de ese modo reducir o minimizar la fricción a medida que la banda pasa sobre las

barras 212, 222. Preferiblemente, el cojín de fluido permite un soporte sin fricción de la banda a medida que se desplaza a través del laberinto 250 de acanalamiento intermedio entre las barras de formación opuestas 212, 222.

Volviendo de nuevo a la figura 6, el paso de fluido 204 está preferiblemente en comunicación de fluido con un conducto de espaciador 203 en el interior del espaciador 270 en el que se sujeta, por ejemplo, mediante un conducto 202 en la base 260 de la barra de formación 212, 222. En esta realización, las barras de formación de acanaladuras 212, 222 pueden extruirse o taladrarse con pistola para proporcionar el paso de fluido 204 y el conducto 202. Cuando se forma junto con el espaciador 270, todo el conjunto puede prepararse como una única extrusión de modo que el conducto de espaciador 203, el conducto 202 y el paso de fluido 204 actúan conjuntamente para formar un colector de distribución para que la barra de formación 212, 222 asociada administre fluido a través de los orificios 205 en ella.

Tal como se observa en las figuras 2 y 6, puede proporcionarse por lo menos un colector de suministro 280 para el fluido de amortiguación en la superficie del bastidor superior 215 opuesto a la superficie en la que están montadas las barras de formación de acanaladuras 212. El/los colector(es) de suministro 280 pueden ser tener forma de un canal en forma de U que presenta extremos cerrados, estando la cara abierta del conducto orientada y sellada a la superficie del bastidor 215 con el fin de definir un conducto de suministro 282 para el fluido tal como se observa en la figura 6. El conducto de suministro 282 se comunica con el conductor de espaciador 203 mencionado anteriormente (o directamente con el conducto 202 cuando no se utiliza ningún espaciador 270) para cada barra de formación de acanaladuras 212 mediante una abertura 283 de suministro taladrada o formada de otro modo en el bastidor 215. Tal como se apreciará, el bastidor 215 puede presentar una pluralidad de aberturas 283 de suministro que se comunican con los conductos de suministro 282 de cada colector de suministro 280, correspondiente a y alineado lateralmente con el número y ubicaciones de barras de formación de acanaladuras 212 en la superficie opuesta del bastidor 215. El colector 280 puede sujetarse a la superficie del bastidor 215 mediante medios convencionales o adecuados, por ejemplo, mediante soldadura o soldadura fuerte para proporcionar un sello hermético continuo, o utilizando otros elementos de sujeción mecánicos con una junta de estanqueidad adecuada para garantizar asimismo un sello hermético. El fluido puede suministrarse al colector 280 mediante un elemento 285 de ajuste convencional (véase en la figura 2). Tal como se observa también en la figura 2, puede distribuirse una pluralidad de colectores 280 de suministro a lo largo de la dirección de la máquina. Esta pluralidad de colectores 280 pueden conectarse a una fuente de fluido común para suministrar el mismo fluido (incluyendo velocidad de flujo y presión) en las tres ubicaciones, o pueden conectarse a diferentes fuentes de fluido, o cada uno puede regularse de manera independiente, para administrar diferentes fluidos o diferentes velocidades de flujo y presiones en diferentes ubicaciones en la dirección de la máquina tal como se describirá más completamente a continuación.

Aunque la descripción anterior del/de los colector(es) de suministro 280 se facilitó y se ilustró con respecto al primer bastidor 215 en el que está montado el primer conjunto de barras de formación de acanaladuras 210, puede incorporarse una disposición idéntica para el segundo bastidor 225 con el fin de suministrar un fluido de amortiguación a las barras de formación de acanaladuras 222 en el segundo conjunto de dichas barras 220.

En una realización, todas las barras de formación de acanaladuras 212, 222 tanto en la disposición superior como en la inferior 210 y 220 pueden suministrarse a partir de una fuente de fluido común y regularse a partir de una sola válvula de dosificación o reguladora común ubicada aguas arriba de ambos colectores de suministro 280 respectivos (por ejemplo, un colector 280 para cada conjunto de barras de formación 210 y 220). En esta realización, puede utilizarse un solo colector de suministro 280 para cada una de las disposiciones superior e inferior 210 y 220 (es decir, fijado a cada uno de los bastidores superior e inferior 215 y 225 respectivos). Alternativamente, pueden situarse pluralidades de colectores 280 respectivas y utilizarse en relación con cada conjunto de barras de formación de acanaladuras 210 y 220, conectados todos ellos en paralelo a una fuente de fluido regulada de manera común. En ambas de estas realizaciones, las presiones y velocidades de flujo del fluido de soporte administrado a todas las barras 212, 222 se controlará de manera común, dando como resultado presiones y velocidades de flujo sustancialmente uniformes de ese fluido a través de los orificios 205 en todas las barras de formación de acanaladuras 212, 222.

Alternativamente, el/los colector(es) 280 respectivos asociados con cada conjunto 210 ó 220 de barras de formación de acanaladuras 212 ó 222 podría(n) ajustarse con su propio dispositivo dedicado para regular la presión y la velocidad de flujo del fluido. Los dispositivos de regulación adecuados incluyen, por ejemplo, válvulas de dosificación o reguladoras, controladores de presión, controladores de flujo de masa o alguna combinación de estos. Por ejemplo, podría montarse un regulador de presión o un controlador de flujo de masa en línea con el/los elemento(s) 285 de ajuste del/de los colector(s) 280 respectivo(s) asociado(s) sólo con un conjunto de barras de formación de acanaladuras 212 ó 222, entre el/los elemento(s) de ajuste y la fuente de fluido. Esta realización proporcionaría control común y presiones y velocidades de flujo sustancialmente uniformes para el fluido de soporte de banda a través de todas las barras de formación de acanaladuras 212 en el primer conjunto 210 de las mismas sujetas al primer bastidor 215, y de manera separada para todas las barras de formación de acanaladuras 222 en el segundo conjunto 220 de las mismas sujetas al segundo bastidor 225. Dicho de otro modo, las velocidades de flujo y las presiones de fluido serían sustancialmente uniformes en cada disposición de barras de formación de acanaladuras 210 y 220, pero las velocidades de flujo y las presiones en la primera disposición 210 podrían

regularse independientemente de las velocidades de flujo y las presiones en la segunda disposición 220 y viceversa. Esto podría ser deseable, por ejemplo, para bandas densas y pesadas que se desplazan en una dirección de la máquina horizontal, donde la presión adicional desde el fondo podría ser útil para soportar la banda que se desplaza 10 centralmente y contra la acción de la gravedad dentro del laberinto 250 de acanalamiento longitudinal. Alternativamente, cuando el dispositivo de formación 200 presenta un laberinto 250 de acanalamiento que sigue una trayectoria curva (descrito a continuación), puede desearse presión adicional desde el lado de la banda 10 fuera de la dirección en que debe girar la banda cuando sigue la trayectoria de desplazamiento de la banda a través del laberinto 250 curvo.

En una realización alternativa adicional, pueden conectarse independientemente colectores de suministro 280 sucesivos distribuidos a lo largo de la dirección de la máquina del dispositivo de formación 200 en comunicación de fluido con zonas o segmentos longitudinales respectivos y aislados de las barras de formación de acanaladuras 212 ó 222 sujetas al bastidor 215 ó 225 asociado. Por ejemplo, una o una pluralidad de las barras de formación de acanaladuras 212, 222 pueden proporcionarse en segmentos o teniendo colectores de distribución segmentados (por ejemplo pasos de fluido 204 segmentados y que actúan conjuntamente con pasos de espaciador 203 si están presentes), en las que cada segmento de la barra 212, 222 o su colector de distribución se correlaciona con una zona longitudinal del dispositivo de formación 200 que se extiende sólo en parte de la extensión longitudinal completa de esta barra (incluyendo todos sus segmentos) a lo largo de la dirección de la máquina. En esta realización, pueden distribuirse diferentes presiones y velocidades de flujo de fluido de soporte de banda, o incluso diferentes fluidos, a las barras de formación de acanaladuras 212, 222 para emitirse mediante puertos 205 de fluido en diferentes zonas longitudinales en el dispositivo de formación 200. Esto puede ser deseable con el fin de aumentar sucesivamente la cantidad de fuerza normal a la extensión plana de la banda conferida a la misma mediante el fluido de soporte emitido a lo largo de las longitudes de las barras de formación de acanaladuras 212, 222. Por ejemplo, la presión (normal a la extensión plana de la banda) requerida para inducir doblado de esa banda entorno a un radio de curvatura que sigue una de las barras 212, 222 puede representarse mediante la siguiente relación:

$$P = \frac{\text{Fuerza para doblar} \left( \frac{N}{\text{anchura en centímetros}} \right)}{\text{Radio de curvatura (centímetros)}}$$

Tal como se apreciará, los radios de curvatura de la banda en ubicaciones de banda fijas disminuyen gradualmente a medida que se forman acanaladuras longitudinales mientras que la banda se desplaza en la dirección de la máquina a través del laberinto 250 entre barras de formación 212, 222 cada vez más entrelazadas. A partir de la relación anterior y suponiendo una banda uniforme, a medida que los radios de curvatura disminuyen, la cantidad de presión necesaria para sostener esa curvatura aumentará proporcionalmente. Por tanto, mediante el aumento de la presión de fluido emitida desde los puertos 205 de fluido en zonas longitudinales sucesivas en la dirección de la máquina, puede conservarse el fluido y la potencia de bombeo en ubicaciones longitudinales aguas arriba donde no se requiere un grado de presión relativamente alto para sostener la banda en relación espaciada con las barras de formación de acanaladuras 212, 222 adyacentes. Por tanto, el grado de la presión de fluido y su velocidad de flujo pueden aumentarse en zonas longitudinales sucesivas donde puede requerirse presión aumentada para sostener la banda en relación espaciada con las barras 212, 222 en mayores grados de acanalamiento; es decir, menores radios de curvatura en las acanaladuras formadas/en formación. En esta realización, los colectores de suministro 280 respectivos conectados en comunicación de fluido a las barras de formación de acanaladuras opuestas 212 y 222 en la misma zona longitudinal pueden suministrarse en forma paralela desde la misma fuente de fluido y pueden regularse de manera común. Esto garantizará presiones de fluido y velocidades de flujo comunes desde ambos primer y segundo conjuntos 210 y 220 de barras de formación de acanaladuras en la misma zona longitudinal.

Todavía en una alternativa adicional, cada barra de formación de acanaladuras 212, 222 individual o grupos de ellas pueden proporcionarse con control de flujo de fluido independiente, por ejemplo, utilizando reguladores de presión o controladores de flujo de masa proporcionados en línea con el colector de distribución (por ejemplo, el conducto de canal 203) para cada barra de formación de acanaladuras 212, 222 pero aguas abajo del colector de suministro 280 (no mostrado). En esta realización, las presiones y velocidades de flujo del fluido de soporte de banda pueden controlarse individualmente para cada barra de formación de acanaladuras 212, 222. Esto puede ser deseable, por ejemplo, si se detecta un pico de tensión de banda aguas abajo del dispositivo de formación 200 sólo en una posición lateral diferenciada (transversal a la máquina) en la banda. En este caso, la presión de fluido/velocidad de flujo sólo de las barras de formación 212, 222 en la posición transversal a la máquina asociada podría aumentarse basándose en un sistema de control de realimentación para proporcionar amortiguación adicional y por tanto para reducir la fricción en esa ubicación.

En cada una de las realizaciones anteriores, se administra un fluido a presión tal como aire o vapor de agua a los colectores de suministro 280 mediante los puertos 285 utilizando mangueras, tuberías o tubos apropiados, que son convencionales. El fluido a presión se desplaza a través del conducto de suministro 282, a través de aberturas

283 de suministro respectivas y al interior de colectores de distribución asociados con cada una de las barras de formación de acanaladuras 212, 222, emitiéndose en última instancia mediante los puertos 205 de fluido asociados. Por tanto, el fluido proporciona un cojín de fluido (por ejemplo, aire) encima de cada barra de formación de acanaladuras 212, 222 en el que la banda que se desplaza 10 puede soportarse o flotar cuando atraviesa el laberinto 250 de acanalamiento longitudinal intermedio en el dispositivo de formación 200. La amortiguación proporciona engrase (es decir, lubricación) por aire que puede reducir o eliminar el contacto de fricción de deslizamiento entre la banda 10 y las barras de formación.

Además de minimizar la fricción encontrada por la banda 10 cuando atraviesa el laberinto 250, el funcionamiento de las barras de formación 212, 222 en el modo de contacto cero descrito en la presente memoria puede proporcionar un mecanismo elegante de control de realimentación para la tensión de banda media mediante un transductor de presión activo o pasivo (no mostrado) que puede utilizarse para detectar la presión en el cojín de aire bajo la banda 10. La presión de cojín de aire y la tensión de banda se relacionan según la relación  $P=T/R$ . Por tanto, monitorizar la presión de cojín de aire, P, proporciona una medida en tiempo real de la tensión en la banda. Adicionalmente, en el modo de contacto cero, el cojín de aire entre cada una de las barras de formación 212, 222 y la banda que se desplaza 10 proporciona un mecanismo de amortiguación instantánea de fluctuaciones de tensión mínimas en la banda, porque la banda es libre de moverse por encima de barras de formación en el cojín de aire en respuesta a varianzas de tensión transitorias y mínimas. El resultado es que la banda resulta menos afectada por tales varianzas de tensión transitorias. Finalmente, es importante mencionar que no se pretende que "contacto cero" implique que nunca pueda existir ningún contacto (es decir, literalmente contacto "cero") entre las barras de formación de acanaladuras 212, 222 y la banda 10. Incluso al hacerse funcionar en modo de contacto cero tal como se describe en la presente memoria, puede producirse algún contacto debido a fluctuaciones transitorias o momentáneas en la tensión de banda media, o en la tensión de banda localizada, de magnitud suficiente.

Además, o alternativamente a funcionar en el modo de contacto cero tal como se comentó anteriormente, las partes de acoplamiento de banda 262 de las barras de formación 212, 222 pueden incluir otras características diseñadas para minimizar o eliminar la fricción. En un ejemplo, las superficies de las partes de acoplamiento 262 pueden pulirse o electropulirse con el fin de reducir las fuerzas de fricción en la banda a medida que está pasando a través del laberinto 250 de acanalamiento. En otro ejemplo, esas superficies pueden recubrirse con un recubrimiento no adherente o antifricción tal como PTFE (Teflon®) o material de fricción baja de manera similar con el fin de reducir el coeficiente de fricción en las superficies y por tanto reducir las fuerzas de fricción entre ellas y la banda 10 que pasa. En otro ejemplo, esas superficies pueden tratarse para crear un recubrimiento duro de superficie tal como mediante recubrimiento por conversión de óxido negro, anodizado, revestimiento por soplete, recubrimientos por deposición, recubrimiento cerámico, cromado u otros tratamientos de superficie similares con el fin de reducir el coeficiente de fricción.

En funcionamiento, tal como se observa mejor en las figuras 7 y 7a, el dispositivo de formación 200 aloja una banda 10 sustancialmente plana (por ejemplo, una banda preacondicionada 10a) en su extremo posterior o de entrada 201. En la entrada en el dispositivo de formación 200, la banda 10 es de anchura total porque todavía es plana, y ninguna de sus anchuras se ha contraído todavía por un acanalamiento longitudinal. En utilización, se ajusta el grado de entrelazado de las barras de formación de acanaladuras opuestas 212 y 222 en el extremo delantero o de salida 202 para fijar la relación de contracción lateral de la banda formada 10b al salir del dispositivo de formación. Por ejemplo, las siguientes son razones de contracción típicas o tradicionales para varios tamaños de acanaladura convencionales:

Tamaño de acanaladura convencional	Relación de contracción
A	1.56
C	1.48
B	1.36
E	1.28
F	1.19
N	1.15

Por tanto, en caso de que se desee producir en última instancia una banda ondulada longitudinalmente que tenga, por ejemplo, acanaladuras de tipo A convencionales, la anchura de partida de la banda plana inicial 10 debe ser 1.56 veces la anchura deseada final de la banda ondulada longitudinalmente para que se obtenga en la línea de ondulación 1000. Por consiguiente, si se desea una banda con acanaladuras de tipo A longitudinalmente de 127 centímetros de ancho, entonces la anchura de la banda plana de partida debe ser de 198 centímetros de ancho (1.56 x 127 centímetros). Deben realizarse cálculos similares para otros tamaños de acanaladura convencionales basándose en las anchuras deseadas de la banda terminada. En cada caso, el dispositivo de formación 200 puede utilizarse para reducir la anchura de la banda plana 10 desde su anchura inicial (por ejemplo 198 centímetros para una banda ondulada longitudinalmente con acanaladuras de tipo A) hasta la anchura final, más estrecha de la banda deseada (por ejemplo 127 centímetros para la banda con acanaladuras de tipo A).

La banda 10/10a se alimenta al dispositivo de formación 200 desde el extremo posterior/de entrada 201 en la dirección de la máquina, de modo que la banda pasa entre los conjuntos opuestos 210 y 220 de barras de formación de acanaladuras 212 y 222. La posición del primer bastidor 215 se ajusta en relación con el segundo bastidor 225 en el extremo delantero/de salida 202 de modo que el grado de entrelazado de las barras opuestas 212 y 222 produce un trayecto lateral sinuoso (es decir, en la dirección transversal a la máquina, observada mejor en la figura 3a) suficiente para consumir la relación deseada de anchura de banda, de modo que la banda formada que sale del dispositivo de formación presentará una anchura que es o se aproxima a la de la banda terminada 10d deseada. Dicho de otro modo, el grado de entrelazado de las barras de formación 212 y 222 en el extremo de salida 202 dicta el grado en que se recoge la anchura de la banda inicial 10 para producir una banda formada 10b al salir del dispositivo 200 tal como se observa en la figura 7a. Cuanto mayor es el grado de entrelazado en el extremo de salida 202, más material de banda se consumirá en la dirección transversal a la máquina a medida que la banda franquea las barras de formación 212 y 222 entrelazadas mientras se desplaza en la dirección de la máquina.

También se prefiere que la posición del primer bastidor 215 se ajuste en su extremo posterior o de entrada 201 en relación con el segundo bastidor 225. Específicamente, una vez que se ha fijado el grado de entrelazado en el extremo de salida 202, se ajusta la posición del primer bastidor 215 en el extremo de entrada 201 (en relación con el segundo bastidor 225) para seleccionar la ubicación de un punto de estrangulamiento 290 a lo largo de la dirección de la máquina donde las barras opuestas 212 y 222 acaban de empezar a entrelazarse. En funcionamiento, el punto de estrangulamiento 290 es donde la web 10/10a entrante entra en contacto o se encuentra por primera vez con las barras de formación de acanaladuras opuestas primera y segunda 212 y 222 que atraviesan uniformemente toda su anchura tal como se observa en la figura 7, así como en la figura 5. En la figura 7, se ilustra la banda 10 que aumenta en altura a medida que se forman las acanaladuras longitudinales en el laberinto 250. La altura de la banda comienza a aumentar delante del punto de estrangulamiento 290 en la realización ilustrada porque a medida que la banda se acanala positivamente en ese punto, puede inducirse que una parte de la banda aguas arriba del punto de estrangulamiento 290 adopte o comience a conformarse para dar también una configuración acanalada.

La ubicación del punto de estrangulamiento 290 se selecciona basándose en la anchura de la banda entrante 10/10a, de modo que en o de manera adyacente al punto de estrangulamiento 290, los bordes laterales de la banda entrante se encuentran con y se sitúan adyacentes (o entran en contacto con o se soportan por) unas de las barras de formación 212 y 222 cuyo espaciado lateral en el extremo de salida 202 (basado en su curvatura desde el punto de estrangulamiento hacia delante) define o se aproxima a la anchura deseada de la banda formada 10b al salir del dispositivo de formación 200. De este modo, los bordes laterales de la banda entrante 10/10a seguirán la curvatura de las barras de formación adyacentes 212 y 222 respectivamente en la dirección de la máquina a medida que convergen lateralmente al aproximarse al extremo de salida 202 del dispositivo de formación, y se espaciarán en la anchura deseada de la banda formada 10b al salir de ese dispositivo 200.

Esto se entenderá adicionalmente con referencia a la figura 5, que ilustra una vista desde arriba esquemática de la disposición entrelazada de barras de formación opuestas 212 y 222, en la que las barras se representan por líneas de contorno. Tal como se observa en la figura, se representan esquemáticamente bandas iniciales 10/10a que entran en la disposición entrelazada desde el extremo de entrada 201 con el fin de acanalarse longitudinalmente hasta una geometría intermedia para producir una banda formada 10b que presenta una anchura final deseada. La banda inicial marcada con "A" indica una banda destinada a producir una banda con acanaladuras de tipo A longitudinalmente en la anchura final ilustrada, y la banda inicial marcada con "C" indica una banda destinada a producir una banda con acanaladuras de tipo C longitudinalmente en la anchura final. (Obsérvese que la figura 5 y las razones de contracción en ella no son a escala; la figura es para fines ilustrativos únicamente). A partir de la tabla anterior, una relación de contracción típica para las acanaladuras de tipo A es de 1,56 y para las acanaladuras de tipo C es de 1,48. Aunque no está a escala, la figura muestra que para lograr una banda formada 10b de la misma anchura final, se requerirá una banda inicialmente más ancha si van a introducirse acanaladuras de tipo A aguas abajo que para las acanaladuras de tipo C, porque las acanaladuras de tipo A demandan una mayor relación de contracción.

Tal como se comentó anteriormente, el entrelazado final de las barras de formación de acanaladuras opuestas 212 y 222 en el extremo de salida 202 definirán la relación de contracción en el dispositivo de formación 200. De manera separada, el punto de estrangulamiento 290 se selecciona basándose en la anchura inicial de la banda entrante 290 tal como se comentó anteriormente. En la figura 5 la anchura de la banda inicial "A" 10/10a corresponde al espaciado de las dos barras de formación más exteriores 212, 222 todo el camino en el extremo posterior/de entrada 201 del dispositivo de formación 200. Por tanto, el punto de estrangulamiento 290 puede situarse en o ser adyacente al extremo de entrada 201 porque cuando los bordes laterales de la banda "A" avanzan en la dirección de la máquina, seguirán líneas de contorno a lo largo de la curvatura de las barras de formación adyacentes 212 y 222 y, por tanto, convergerán a la anchura deseada final de la banda formada 10b en el extremo de salida 202. Sin embargo, dado que la banda inicial "C" 10/10a es más estrecha, el punto de estrangulamiento 290 se ajusta aguas abajo en la dirección de la máquina de modo que los bordes laterales de la banda "C" se encontrarán primero con unas de las barras de formación 212, 222 que en el extremo de salida 202 definirán o se aproximarán a la anchura final deseada de la banda formada 10b. En las situaciones ilustradas en la figura 5, los conjuntos opuestos

de barras de formación 210 y 220 se ajustarían de modo que el punto de estrangulamiento 290 para la banda "A" o "C" sea coincidente con o adyacente a donde los bordes exteriores de la banda respectiva también se encuentran con las barras de formación de acanaladuras más exteriores lateralmente 212, 222. Esto sería deseable, por ejemplo, cuando la distancia entre las barras de formación más exteriores 212, 222 en el extremo de salida 202 corresponde a la anchura deseada de la banda formada 10b. Por tanto, tal como se apreciará ahora, la distancia entre las barras de formación más exteriores 212, 222 en el extremo de salida 202 puede seleccionarse para que corresponda a una anchura convencional deseada para bandas onduladas longitudinalmente, independientemente del paso de ondulación. Cuando se configura de este modo, el punto de estrangulamiento 290 para una anchura de banda inicial dada se ajustaría de manera rutinaria para coincidir con o para ser adyacente a la ubicación donde los bordes exteriores de la banda se encontrarían con las barras de formación de acanaladuras más exteriores lateralmente 212, 222.

Cabe destacar que, para una combinación dada de banda y relación de contracción, puede ser deseable alguna iteración de rutina para optimizar la ubicación del punto de estrangulamiento 290 una vez que se ha fijado la relación de contracción en el extremo de salida 202, para compensar los grados variables en los que podrían inducirse las diferentes bandas para comenzar una configuración acanalada aguas arriba del punto de estrangulamiento. En tales casos, la ubicación del punto de estrangulamiento debe seleccionarse para garantizar que se produzca poca o ninguna translación de la banda transversal a la máquina o en relación con las barras de formación de acanaladuras 212, 222, por lo menos en ubicaciones en contacto con las barras de formación de acanaladuras. En la mayoría de los casos, la curvatura de las barras 212, 222 debe impedir este hecho en los casos en que se induce la banda para que comience a adoptar una configuración acanalada aguas arriba del punto de estrangulamiento. Pero en tales casos puede ser deseable alguna iteración.

Se apreciará que en funcionamiento, a medida que una banda atraviesa el laberinto 250 de acanalamiento en la dirección de la máquina, su anchura se recoge en la dirección transversal a la máquina a través de la formación gradual de una disposición de anchura total de acanaladuras longitudinales de geometría intermedia. A medida que la banda avanza a través del laberinto 250, se introduce de manera gradual y uniforme la disposición de acanaladuras de geometría intermedia (es decir, de manera sustancialmente contemporánea a través de la anchura total de la banda) en la banda a medida que aumenta el grado de entrelazado de barras de formación de acanaladuras opuestas 212, 222 desde el punto de estrangulamiento 290 hacia delante, y a medida que estas barras convergen en la dirección transversal a la máquina basándose en su curvatura. Basándose en la curvatura de las barras de formación de acanaladuras 212 y 222, sustancialmente ninguna parte de la banda debe atravesar ninguna de esas barras en una dirección transversal a la máquina con el fin de converger en esa dirección para recoger (es decir, reducir) la anchura de la banda. En cambio, los elementos individuales de la banda siguen las líneas de contorno curvas, convergentes, de las barras de formación 212 y 222, o líneas de contorno curvas entre las adyacentes de esas barras de formación, de modo que experimentan sólo translación en la dirección de la máquina en relación con las barras de formación 212 y 222 y no translación en la dirección transversal a la máquina en relación con esas barras o cualquier otro elemento de formación de acanaladuras. Como resultado, no se introduce ninguna o sustancialmente ninguna fuerza de fricción o tensión lateral, ni fluctuaciones de fricción o tensión laterales en la banda cuando atraviesa el laberinto 250 de acanalamiento porque la banda no se estira ni se tira de ella lateralmente cuando pasa a través de ese laberinto 250. Dicho de otro modo, en el dispositivo de formación 200 ninguna parte de la banda 10 debe franquear una trayectoria ondulante unida por las barras de formación 212 y 222 en una dirección lateral cuando atraviesa una o más barras de formación de acanaladuras u otros elementos de formación de acanaladuras en esa dirección. Cuando se hace funcionar en un modo de contacto cero tal como se describió anteriormente, las fluctuaciones de tensión en la dirección de la máquina también pueden reducirse o incluso eliminarse porque si la banda no entra en contacto con las barras de formación 212 y 222 no habrá fricción entre ellas. Por tanto, sustancialmente cada elemento de la banda que se desplaza se mueve en tres dimensiones (por ejemplo, de manera lateral, vertical y hacia delante) simultáneamente, a la vez que también mantiene sustancialmente una tensión constante en la dirección transversal a la máquina y en la dirección de la máquina porque el dispositivo de formación 200 no introduce fluctuaciones de tensión laterales o longitudinales en la banda que se desplaza, aun cuando introduce acanaladuras longitudinales en ella para recoger la anchura de la banda. Tras salir del dispositivo de formación 200, la anchura de la banda formada 10b se ajusta para adaptarse a o para aproximarse a la anchura final de una banda ondulada longitudinalmente deseada u otra banda tridimensional que va a obtenerse en una operación aguas abajo, basándose en la relación de contracción lateral requerida para adaptarse a la configuración tridimensional final.

La figura 8 ilustra una realización alternativa de un dispositivo de formación 200, en el que el dispositivo de formación no sólo recoge la anchura de la banda 10, sino que también conduce esa banda a través de una trayectoria de banda curva para ajustar el curso de la banda formada 10b al salir del dispositivo de formación 200 en relación con la banda entrante 10/10a. En esta realización, las barras de formación de acanaladuras 212 del primer conjunto 210 presentan partes redondeadas que se curvan alrededor de un eje imaginario paralelo a la dirección transversal a la máquina de modo que las partes redondeadas definen juntas un arco cilíndrico de manera sustancialmente parcial que presenta un primer radio de curvatura  $R_1$  entre dicho eje y las barras 212. Cabe destacar que la curvatura mencionada anteriormente que presenta un radio  $R_1$  en relación con el eje imaginario indicado es independiente de y adicional a la curvatura convergente de las barras de formación individuales 212 en el primer conjunto 210 comentado anteriormente. Es decir, en esta realización, las barras de formación 212 se

curvarán ambas alrededor de un arco parcialmente cilíndrico tal como se indicó anteriormente y convergerán gradualmente tal como se describió anteriormente para proporcionar una corrección de curso y recogida de anchura de banda simultáneas para la banda que se desplaza. Asimismo, las barras de formación de acanaladuras 222 del segundo conjunto 220 presentan partes redondeadas que actúan conjuntamente que se curvan alrededor de otro eje imaginario paralelo a la dirección transversal a la máquina de modo que las partes redondeadas de las barras de formación de acanaladuras 222 definen de manera similar un arco cilíndrico de manera sustancialmente parcial que presenta un segundo radio de curvatura  $R_2$ . Y, asimismo, esta curvatura basada en el radio  $R_2$  es independiente de y adicional a la curvatura convergente de las barras de formación individuales 222 en el segundo conjunto 220 tal como se comentó anteriormente.

Las longitudes de arco para cada uno de entre el primer y segundo conjuntos 210 y 220 de las barras de formación 212 y 222 se seleccionan de modo que puede lograrse el ajuste en el curso deseado de la trayectoria de desplazamiento de la banda mientras se atraviesa el laberinto 250 de acanalamiento longitudinal. Por ejemplo, para una corrección de curso de  $90^\circ$ , la longitud de arco de los conjuntos 210 y 220 de barras de formación es de modo que el laberinto 250 de acanalamiento definido entre ellos sigue un curso que se extiende  $\pi/2$  radianes en el radio de curvatura deseado. Esta realización puede ser deseable, por ejemplo, cuando se desea ahorrar espacio alimentando la banda inicial 10/10b desde arriba del dispositivo de formación 200 en lugar de a lo largo de un trayecto de banda lineal. Tal como se apreciará, son posibles otras geometrías y curvaturas (por ejemplo, tortuosas) de las disposiciones de barras de formación 210 y 220 y pueden seleccionarse basándose en la geometría de una instalación particular y la trayectoria de desplazamiento de la banda deseada resultante.

#### Matriz de ondulación

Al salir del dispositivo de formación 200, la banda formada 10b puede alimentarse a una matriz 300 de ondulación tal como se ilustra en la figura 9a. La matriz 300 de ondulación incluye la primera y segunda mitades de matriz 310 y 320 y presenta un extremo de entrada 301 y un extremo de salida 302 tal como se muestra. La primera mitad de matriz 310 presenta una superficie de formación 315 para convertir la banda formada 10b que emerge del dispositivo de formación en una banda casi acabada 10c que presenta una configuración acanalada que se aproxima a las ondulaciones deseadas finales de una banda terminada 10d. En o cerca del extremo de entrada 301 de la matriz 300 de ondulación, la primera superficie de formación 315 presenta una serie de nervaduras longitudinales de gran amplitud 316 que definen una sección transversal lateral que presenta una configuración sustancialmente de senoide cuya frecuencia y amplitud se corresponde sustancialmente con o se aproxima a las de las acanaladuras intermedias conferidas a la banda formada 10b en el dispositivo de formación 200. A medida que la superficie de formación 315 avanza en la dirección de la máquina, el contorno de senoide de las nervaduras de gran amplitud 316 evoluciona gradualmente para dar un contorno de senoide final (en sección transversal lateral) en el extremo de salida 302, definido por nervaduras longitudinales de pequeña amplitud 318 y los valles intermedios de manera alterna entre ellas. Se apreciará que la superficie de formación 315 es una superficie continua y suave, que realiza una transición suave y gradual desde el contorno de senoide de gran amplitud en el extremo de entrada 301 hasta el contorno de senoide de pequeña amplitud (forma casi acabada) en el extremo de salida 302. Tal como se observa en la figura 9a, las nervaduras de pequeña amplitud 318 emergen de manera gradual y suave sin transiciones abruptas a partir de las nervaduras de gran amplitud 316 y se forman en la dirección de la máquina hasta que en última instancia sustituyen completamente el contorno de superficie original en el extremo de entrada 301 formado por las nervaduras de gran amplitud 316. Las nervaduras 318 están dimensionadas de modo que la frecuencia y la amplitud del contorno de senoide de la superficie de formación 315 en el extremo de salida 302 representan una forma casi acabada que se aproxima a las ondulaciones deseadas finales para la banda terminada 10d. La segunda mitad de matriz 320 también presenta una superficie de formación configurada tal como se describió anteriormente, que se opone y es el complemento sustancial de la superficie de formación 315 en la primera mitad de matriz 310.

En referencia ahora a las figuras 9b y 9c, la superficie de formación 315 de por lo menos una de las mitades de matriz (por ejemplo primera mitad de matriz 310 en la figura 9b) presenta una parte ahusada 312 en el extremo de entrada 301, que se ahúsa gradualmente hacia la superficie de formación de la mitad de matriz opuesta (mitad 320 en la figura 9b) a lo largo de la dirección de la máquina hasta que las superficies de formación opuestas están espaciadas uniformemente a lo largo de la dirección de la máquina. Tal como se observa en la figura, la parte ahusada está compuesta por las nervaduras de gran amplitud 316 comentadas anteriormente, que se ahúsan hacia la mitad de matriz opuesta (preferiblemente a pendiente constante) cuando se observa desde el lado hasta que alcanzan y se entrelazan con las nervaduras de gran amplitud opuestas 316 en la superficie de formación opuesta. De este modo, la parte ahusada 312 actúa conjuntamente con la superficie de formación de la mitad de matriz opuesta para formar una embocadura 330 en el extremo de entrada de la matriz 300 de ondulación, en la que puede alimentarse la banda formada 10b. La embocadura 330 evita una transición abrupta para la banda 10b cuando entra en el espacio de ondulación entre las mitades de matriz opuestas 310 y 320, y en cambio proporciona una transición gradual. En una realización alternativa, las superficies de formación respectivas de las mitades de matriz opuestas pueden tener cada una partes ahusadas de manera opuesta para formar la embocadura 330 en lugar de solo una de las mitades de matriz que presenta una parte ahusada 312.

En funcionamiento, las mitades de matriz 310 y 320 están acopladas tal como se muestra en la figura 9b y la banda

formada 10b entra en el espacio de ondulación entre las superficies de formación opuestas de las mismas mediante la embocadura 330. A medida que la banda pasa a través de la matriz 300 de ondulación, la banda formada 10b desde el dispositivo de formación 200 se convierte en una banda de forma casi acabada 10c que se aproxima a la banda ondulada final 10d cuando las nervaduras de gran amplitud 316 dan paso gradualmente a las nervaduras de pequeña amplitud 318 en ella. En particular, a medida que la banda avanza, su forma evoluciona gradualmente desde un contorno de senoide inicial definido por las acanaladuras de geometría intermedia, de frecuencia baja y de relativamente gran amplitud (correspondientes al contorno de las nervaduras de gran amplitud 316), hasta un contorno de senoide final en el extremo de salida 302 que presenta una frecuencia relativamente mayor y una amplitud menor correspondiente a las nervaduras de pequeña amplitud 318. El contorno de senoide final de la banda 10c al salir de la matriz 300 de ondulación constituye una forma casi acabada para la banda que se aproxima a la geometría ondulada deseada final. Preferiblemente, el contorno de la banda realiza una transición suave y gradual desde el contorno de senoide inicial de gran amplitud hasta el contorno de senoide de pequeña amplitud (forma casi acabada) a medida que pasa entre la primera y segunda superficies de formación complementarias opuestas, siguiendo la transición gradual y suave desde las nervaduras de gran amplitud de interbloqueo 316 en ellas hasta las nervaduras de pequeña amplitud de interbloqueo 318. Este avance de la banda puede observarse en la figura 10, que ilustra una parte de la banda cuando atraviesa el espacio de ondulación entre las superficies de formación 315, y realiza una transición suave desde la configuración acanalada en 10b hasta la forma casi acabada en 10c. Es importante que la anchura de la banda de forma casi acabada 10c sea aproximadamente igual que la banda formada 10b cuando entra en la matriz 300 de ondulación; es decir  $w_i \approx w_o$  en la figura 10. Como resultado, los esfuerzos y fuerzas de tensión laterales que de otro modo podrían conferirse a la banda 10 en la matriz 300 de ondulación (como resultado de la formación del patrón de senoide de forma casi acabada en ella) se reducen sustancialmente o se eliminan. Dado que las anchuras inicial y final de la banda a través de la matriz 300 de ondulación son sustancialmente iguales, no es necesario que ninguna parte de la banda se mueva lateralmente (en la dirección transversal a la máquina) con el fin de formar las acanaladuras de mayor frecuencia y menor amplitud (en 10c) a partir de las acanaladuras de menor frecuencia y mayor amplitud (en 10b). En cambio, sólo es necesario trasladar verticalmente elementos individuales de la banda cuando la banda se desplaza en la dirección de la máquina, y no lateralmente. Como resultado, puesto que sustancialmente no hay movimiento lateral de los elementos de banda individuales, la matriz de ondulación no introduce sustancialmente tensión lateral ni fuerzas de fricción o fluctuaciones en la banda. Esto reduce la posibilidad de dañar la banda.

En la figura 9a, se ilustran las mitades de matriz 310 y 320 separadas entre sí para permitir la visualización del contorno de la superficie de formación interna de la matriz. Pero en utilización, las mitades de matriz 310 y 320 se acoplan entre sí tal como se observa en las figuras 9b y 9c y se comentó anteriormente, en las que la segunda mitad de matriz 320 presenta una superficie de formación interna que es el complemento de la superficie de formación de la mitad de matriz 310, también mencionada antes. Preferiblemente, cuando se acoplan así hay un espaciado constante o sustancialmente constante entre las mitades de matriz opuestas 310 y 320, y sus superficies de formación respectivas y complementarias, de modo que la banda que se desplaza 10 no se comprime en ningún grado significativo cuando atraviesa la matriz 300 de ondulación. En particular, el espaciado entre las superficies de formación opuestas y complementarias aguas abajo de la(s) parte(s) ahusada(s) 330 de las mismas es preferiblemente constante y uniforme, y preferiblemente constituye por lo menos el 150% del grosor de la banda que se desplazará entre ellas, más preferiblemente por lo menos el 175% del grosor, y lo más preferiblemente por lo menos el 200% o el 250% del grosor; en cualquier caso, el espaciado preferiblemente no es mayor del 400% del grosor. Por tanto, puede reducirse enormemente el grado de arrastre sobre la banda que se desplaza puede en comparación con si el espaciado entre las superficies de formación opuestas se seleccionaran para corresponderse sólo con el grosor aproximado de la banda.

Además, para hacer funcionar la línea de ondulación 1000 de manera continua, será necesario empalmar periódicamente la banda 10 con el fin de sostener un suministro constante de material de medio en una banda continua e ininterrumpida 10. El mantenimiento del espaciado mencionado anteriormente entre las mitades de matriz opuestas permitirá que pasen empalmes periódicos en la banda 10 a través de la matriz de formación 300 sin incidentes, y que se formen para dar la banda de forma casi acabada 10c con el resto de la banda continua. En la práctica, las mitades de matriz 310 y 320 respectivas pueden montarse en bastidores (no mostrado), que las soportarán y mantendrán una distancia relativa entre ellas cuando se acoplen para permitir el modesto grado de espaciado entre las superficies de formación opuestas tal como se comentó anteriormente.

Para reducir adicionalmente el arrastre y la introducción de fluctuaciones de tensión longitudinal, las mitades de matriz de ondulación 310 y 320 pueden dotarse de una disposición de puertos de fluido 305 a lo largo de sus superficies de formación respectivas, a través de los cuales puede administrarse un fluido a presión de manera similar a como se describió anteriormente para proporcionar un cojín de fluido para soportar la banda en cualquier lado. También de manera similar a anteriormente, pueden distribuirse colectores de suministro 380 en cada una de la primera y segunda mitades de matriz 310 y 320, conectadas a un suministro de fluido y proporcionadas en comunicación de fluido con los puertos de fluido en la mitad de matriz 310 ó 320 asociada, o con bancos respectivos de aquellos puertos en zonas longitudinales respectivas a lo largo de la dirección de la máquina. Los colectores 380 pueden disponerse, configurarse y hacerse funcionar de manera análoga tal como se describió anteriormente con el fin de suministrar selectivamente velocidades de flujo y presiones de fluido de manera uniforme a los puertos de fluido en cada una de entre la primera y segunda mitades de matriz 310 y 320, o a diferentes zonas

longitudinales de manera uniforme en la(s) misma(s) zona(s) longitudinal(es) en ambas mitades de matriz 310 y 320. De este modo, el cojín de fluido puede minimizar o impedir pérdidas de fricción entre la banda que se desplaza y las superficies de formación de las mitades de matriz 310 y 320 reduciendo o incluso inhibiendo el contacto entre ellas a medida que la banda se desplaza.

Se contempla que las matrices de ondulación que presentan superficies de formación de contornos diferentes pueden seleccionarse y utilizarse basándose en a) el patrón de senoide particular de la banda formada 10b para introducirse en ellas, y b) el tamaño de acanaladura deseado final para la banda terminada. Por tanto, pueden proporcionarse diferentes matrices de ondulación 300 correspondientes a diferentes combinaciones de relación de contracción (correspondientes al tamaño de acanaladura final deseado) y anchura de banda final, y pueden intercambiarse en la línea de ondulación 1000 cuando van a obtenerse bandas diferentes. Se contempla, por ejemplo, que pueden obtenerse varias matrices de ondulación 300 basándose en tamaños de banda y pasos de acanaladura normalizados que van a instalarse de manera intercambiable aguas debajo de un dispositivo de formación 200 y aguas arriba de un aparato de ondulación final 400.

Finalmente, cabe destacar que la matriz 300 de ondulación descrita en la presente memoria se prefiere en realizaciones seleccionadas, pero se considera opcional en la línea de ondulación 1000. Es decir, aunque la matriz 300 de ondulación puede desearse para convertir gradualmente la banda formada, con acanaladuras intermedias 10b en la banda de forma casi acabada 10c que se aproxima a una banda ondulada final 10d, en realizaciones puede ser posible o deseable alimentar simplemente la banda formada 10b directamente a un aparato de ondulación final, por ejemplo, rodillos de ondulación longitudinales, para conferir las ondulaciones longitudinales finales u otra estructura tridimensional en ella.

#### Aparato de ondulación final

Al salir de la matriz 300 de ondulación (si está presente) o del dispositivo de formación 200, la banda formada o de forma casi acabada 10b o 10c puede administrarse a un aparato de ondulación final 400 para dar la banda ondulada final 10d que presenta las ondulaciones longitudinales deseadas en la anchura de banda final deseada. En una realización, el aparato de ondulación final incluye un par de rodillos de ondulación longitudinales 410 y 420, tal como se observa en la figura 11. En esta realización, los rodillos de ondulación 410 y 420 están cada uno articulado con ejes de rotación respectivos 411 y 421 que son paralelos entre sí y perpendiculares a la dirección de la máquina cuando se observa desde arriba, de modo que la trayectoria de desplazamiento de la banda pasa entre los rodillos opuestos 410 y 420. Los rodillos 410 y 420 presentan conjuntos respectivos y complementarios de nervaduras que se extienden circunferencialmente y distribuidas longitudinalmente, de modo que en una línea 450 de contacto entre los rodillos 410 y 420 las nervaduras de un rodillo se extienden y se alojan dentro de los valles definidos entre las nervaduras opuestas en el rodillo opuesto, y viceversa. Las nervaduras opuestas se seleccionan de modo que definan entre ellas una línea de contacto sustancialmente senoide 450 que presenta un contorno en la dirección lateral que corresponde en frecuencia y amplitud con las acanaladuras deseadas para la banda ondulada longitudinalmente 4d.

En funcionamiento, la banda formada 10b o la banda de forma casi acabada 10c se alimenta a lo largo de la dirección de la máquina en y a través de la línea 450 de contacto entre los rodillos de ondulación 410 y 420. La banda 10b/10c pasa a través de la línea 450 de contacto y se comprime entre los rodillos opuestos 410 y 420 para formar y relajar la banda en la forma ondulada longitudinalmente senoide, de modo que la banda ondulada final 10d mantendrá esa forma independientemente de la aplicación de cualquier fuerza de ondulación externa o cuando esa fuerza se retire. Ya sea que la banda que entra en la línea 450 de contacto de ondulación sea una banda formada 10b directamente a partir del dispositivo de formación 200 o una banda de forma casi acabada 10c a partir de una matriz 300 de ondulación, su anchura permanece sustancialmente igual antes, mientras y después de atravesar la línea 450 de contacto de ondulación. Como resultado, de nuevo preferiblemente no hay o no hay sustancialmente fuerzas laterales netas (transversal a la máquina) sobre la banda a medida que se ondula en la línea 450 de contacto de ondulación.

La banda ondulada terminada 10d puede alimentarse entonces a unidades u operaciones adicionales para el procesamiento adicional aguas abajo. Por ejemplo, la banda ondulada 10d puede administrarse a un refrentador simple convencional, tal como se conoce en la técnica, con el fin de aplicar un revestimiento para producir una banda de cara simple convencional. Esa banda de cara simple puede alimentarse entonces a un doble engomador para aplicar un segundo revestimiento a las crestas de las acanaladuras expuestas restantes de la banda para producir un cartón ondulado doble-doble, que puede contarse entonces y conformarse de manera convencional para obtener material de envasado, tal como cajas.

#### Conclusión

De manera convencional, la fricción experimentada por una banda de papel que avanza a través de una máquina de ondulación longitudinal (tal como se divulga en la publicación de solución de patente U.S. n.º 2010/0331160) era lo suficientemente grande como para dañar la banda de papel. Esto se producía porque la cantidad de fricción experimentada por la banda que se desplaza, a medida que se recogía hacia el interior (es decir, se reducía su

anchura para adaptarse a las ondulaciones longitudinales), aumentaba exponencialmente con el número de barras de formación de acanaladuras contra las que se requería que la banda de papel se desplazara en la dirección transversal, distinta de la máquina. Por tanto, los dispositivos de formación longitudinal existentes aplicarían una cantidad de fricción cada vez mayor y fuerzas de tensión lateral transitoria a la banda de papel que en última instancia pueden deformar y/o destruir el producto terminado.

A la inversa, la geometría curva (por ejemplo, parabólica) de las barras de formación de acanaladuras 212 y 222 del dispositivo de formación 200 descrito en la presente memoria dan lugar a un procedimiento de formación gradual que forma de manera uniforme y continua la banda inicial para dar una forma sinusoidal intermedia que presenta una anchura reducida correspondiente a la relación de contracción deseada, pero sin introducir fuerzas de tensión lateral transitorias o fluctuantes. Dado que los elementos de banda individuales siguen un trayecto curvo continuo a lo largo de líneas de contorno curvas definidas por las barras de formación de acanaladuras curvas (véase la figura 5), no hay sustancialmente movimiento lateral en la banda en relación con las barras de formación de acanaladuras 212, 222. Dicho de otro modo, las barras de formación curvas 212, 222 están diseñadas de modo que cada parte de la banda (por ejemplo, la banda de papel) seguirá sustancialmente la misma barra de formación, o una línea de contorno curvo de manera continua entre barras de formación adyacentes 212, 222, a lo largo de la dirección de la máquina desde el extremo de entrada 201 hasta el extremo de salida 202 del dispositivo de formación 200. Como resultado, la banda que se desplaza experimenta preferiblemente poco movimiento, en caso de haber alguno, en la dirección transversal a la máquina en relación con las barras de formación 212, 222. Esto significa que se aplica(n) poca(s), en caso de haber alguna, fuerza(s) de fricción o tensión o fluctuación/fluctuaciones asociada(s) a la banda que se desplaza en el dispositivo de formación 200 a lo largo de la dirección transversal, distinta de la de la máquina.

Aunque se han descrito en detalle realizaciones particulares de la invención, se entenderá que la invención se define por las reivindicaciones adjuntas a la misma.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de formación (200) que presenta un extremo de entrada (201) y un extremo de salida (202) separados a lo largo de una dirección de la máquina, comprendiendo el dispositivo de formación (200) una pluralidad de barras de formación de acanaladuras (212, 222), comprendiendo dicha pluralidad de barras de formación de acanaladuras (212, 222) un primer y segundo conjuntos de barras de formación de acanaladuras (210, 220) que están opuestos entre sí y que definen entre los mismos un laberinto (250) de acanalamiento longitudinal, extendiéndose cada uno de dichos conjuntos de barras de formación de acanaladuras (210, 220) desde dicho extremo de entrada (201) adyacente hacia dicho extremo de salida (202), caracterizado por que por lo menos un subconjunto de la pluralidad de barras de formación de acanaladuras (212, 222) presenta una configuración de tangente variable tal que las tangentes imaginarias a cada uno de dichos subconjuntos de barras (212, 222), en ubicaciones espaciadas a lo largo de la longitud de los mismos, estén sucesivamente más próximas a ser paralelas a la dirección de la máquina de tal manera que dicho subconjunto de barras (212, 222) converjan en una dirección transversal a la máquina a medida que avanzan hacia dicho extremo de salida (202).
2. Dispositivo de formación según la reivindicación 1, estando cada uno de dichos subconjuntos de barras de formación de acanaladuras (212, 222) curvado en por lo menos una parte posterior de las mismas comenzando de manera adyacente a dicho extremo de entrada (201), y presentando un grado de curvatura que disminuye a lo largo de la longitud de dicha parte posterior en una dirección hacia dicho extremo de salida (202).
3. Dispositivo de formación según la reivindicación 1, en el que las tangentes de todas dichas barras de formación de acanaladuras (212, 222) en una ubicación adyacente a dicho extremo de salida (202) son todas sustancialmente paralelas a lo largo de dicha dirección de la máquina.
4. Dispositivo de formación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un espaciado entre dicho primer y segundo conjuntos de barras de formación de acanaladuras (210, 220) es ajustable de manera adyacente a dicho extremo de salida (202) para por lo menos entrelazar parcialmente los conjuntos opuestos de barras de formación de acanaladuras (210, 220) de manera adyacente al extremo de salida (202).
5. Dispositivo de formación según la reivindicación 4, siendo asimismo dicho espaciado ajustable de manera adyacente a dicho extremo de entrada (201) para ajustar, de este modo, una ubicación en la dirección de la máquina de un punto de estrangulamiento (290) en el que el primer y segundo conjuntos opuestos de barras de formación de acanaladuras (210, 220) comienzan a entrelazarse.
6. Dispositivo de formación según la reivindicación 1, siendo dicho primer conjunto (210) una primera disposición plana de barras de formación de acanaladuras (212), siendo dicho segundo conjunto (220) una segunda disposición plana de barras de formación de acanaladuras (222), en el que todas las barras de formación de acanaladuras (212) de tangente variable en dicha primera disposición plana convergen con respecto a una primera línea central imaginaria (209) en dicha primera disposición plana, y en el que todas las barras de formación de acanaladuras (222) de tangente variable en dicha segunda disposición plana convergen con respecto a una segunda línea central imaginaria (229) en dicha segunda disposición plana.
7. Dispositivo de formación según la reivindicación 6, estando dicha primera y segunda disposiciones planas dispuestas de manera que todas las barras de formación de acanaladuras (212, 222) de ambas de dichas disposiciones juntas son equidistantes entre sí en la dirección transversal a la máquina en cualquier ubicación en la dirección de la máquina dada.
8. Dispositivo de formación según la reivindicación 1, siendo dicho primer conjunto (210) una primera disposición plana de barras de formación de acanaladuras (212) y siendo dicho segundo conjunto (220) una segunda disposición plana de barras de formación de acanaladuras (222), en el que cada barra de formación de acanaladuras (212, 222) en una respectiva disposición de dichas disposiciones presenta un grado de curvatura lateral que disminuye en la dirección de la máquina de manera que también disminuyan las tasas de convergencia lateral de las mismas.
9. Dispositivo de formación según la reivindicación 8, estando dicha primera y segunda disposiciones de barras de formación de acanaladuras entrelazadas comenzando en un punto de estrangulamiento (290) espaciado de dicho extremo de entrada (201) a lo largo de la dirección de la máquina, aumentando gradualmente un grado de entrelazado de dichas disposiciones desde dicho punto de estrangulamiento (290) hacia dicho extremo de salida (202).
10. Dispositivo de formación según la reivindicación 8, estando cada una de entre dicha primera y segunda disposiciones curvada para definir unos respectivos arcos cilíndricos de manera sustancialmente parcial que presentan unos respectivos radios de curvatura con respecto a un primer y segundo ejes en la dirección transversal a la máquina imaginarios, de manera que por lo menos unas partes de las barras de formación de acanaladuras (212, 222) en cada una de las respectivas disposiciones están redondeadas con respecto al respectivo eje en la dirección transversal a la máquina imaginario además de estar lateralmente curvado con el fin de converger

lateralmente a lo largo de la dirección de la máquina.

11. Procedimiento de formación de una banda ondulada longitudinalmente, que comprende:

- 5 a) alimentar una banda (10) con un material de medio que presenta una anchura inicial en una dirección de la máquina a través de un laberinto (250) de acanalamiento longitudinal definido entre un primer y segundo conjuntos opuestos (210, 220) de por lo menos unas barras de formación de acanaladuras (212, 222) parcialmente entrelazadas, en el que las pluralidades de las barras de formación de acanaladuras (212, 222) en cada conjunto (210, 220) están curvadas de manera que las barras en dichas respectivas pluralidades converjan en la dirección transversal a la máquina a medida que avanzan hacia un extremo de salida (202); y
- 10
- 15 b) reducir la anchura de dicha banda (10) hasta una anchura sustancialmente final formando unas acanaladuras longitudinales de geometría intermedia en dicha banda (10) a medida que pasa a través de dicho laberinto (250), en el que unos elementos individuales de dicha banda (10) que pasan a través del laberinto (250) siguen unas líneas de contorno curvas a lo largo de las respectivas pluralidades individuales de entre dichas pluralidades de barras de formación de acanaladuras (212, 222) desde un punto donde el respectivo elemento entra en contacto en primer lugar con la respectiva barra hasta que dicha banda (10) salga de dicho laberinto (250).
- 20

12. Procedimiento según la reivindicación 11, presentando dicho primer y segundo conjuntos de barras de formación de acanaladuras (210, 220) un grado de entrelazado que aumenta en la dirección de la máquina comenzando en un punto de estrangulamiento (290) donde dichos conjuntos justo comienzan a entrelazarse y continuando hasta dicho extremo de salida (202), en el que dichas acanaladuras longitudinales de geometría intermedia están formadas, de este modo, gradualmente entre dicho punto de estrangulamiento (290) y dicho extremo de salida (202).

25

13. Procedimiento según la reivindicación 12, que comprende asimismo ajustar el grado de entrelazado en dicho extremo de salida (202) de manera que dicha anchura inicial sea mayor que dicha anchura final en una relación de contracción correspondiente a unas ondulaciones finales preseleccionadas u otra estructura tridimensional que va a introducirse aguas abajo en dicha banda (10) mientras retiene dicha anchura final.

30

14. Procedimiento según la reivindicación 13, que comprende asimismo ajustar un espaciado entre dicho primer y segundo conjuntos de barras de formación de acanaladuras (210, 220) en un extremo de entrada (201) donde dicha banda (10) se aproxima a dicho laberinto (250) para ajustar, de este modo, una ubicación en la dirección de la máquina de dicho punto de estrangulamiento (290).

35

15. Procedimiento según la reivindicación 11, comprendiendo dicho primer y segundo conjuntos de barras de formación de acanaladuras (210, 220) unas respectivas primera y segunda disposiciones de dichas barras (212, 222), presentando cada una de dichas disposiciones una línea central imaginaria (209, 229) a lo largo de la dirección de la máquina, convergiendo todas las barras (212, 222) en cada una de dichas disposiciones espaciadas lateralmente con respecto a dicha línea central (209, 229) en la dirección transversal a la máquina hacia dicha línea central (209, 229) como resultado de su curvatura.

40

16. Procedimiento según la reivindicación 15, en el que todas las barras (212, 222) en cada una de dichas disposiciones convergen hasta una ubicación en la dirección de la máquina donde las tangentes imaginarias de todas las barras de formación de acanaladuras (212, 222) en la respectiva disposición se vuelven sustancialmente paralelas a lo largo de la dirección de la máquina, permaneciendo dichas tangentes sustancialmente paralelas a través de dicho extremo de salida (202).

45

50

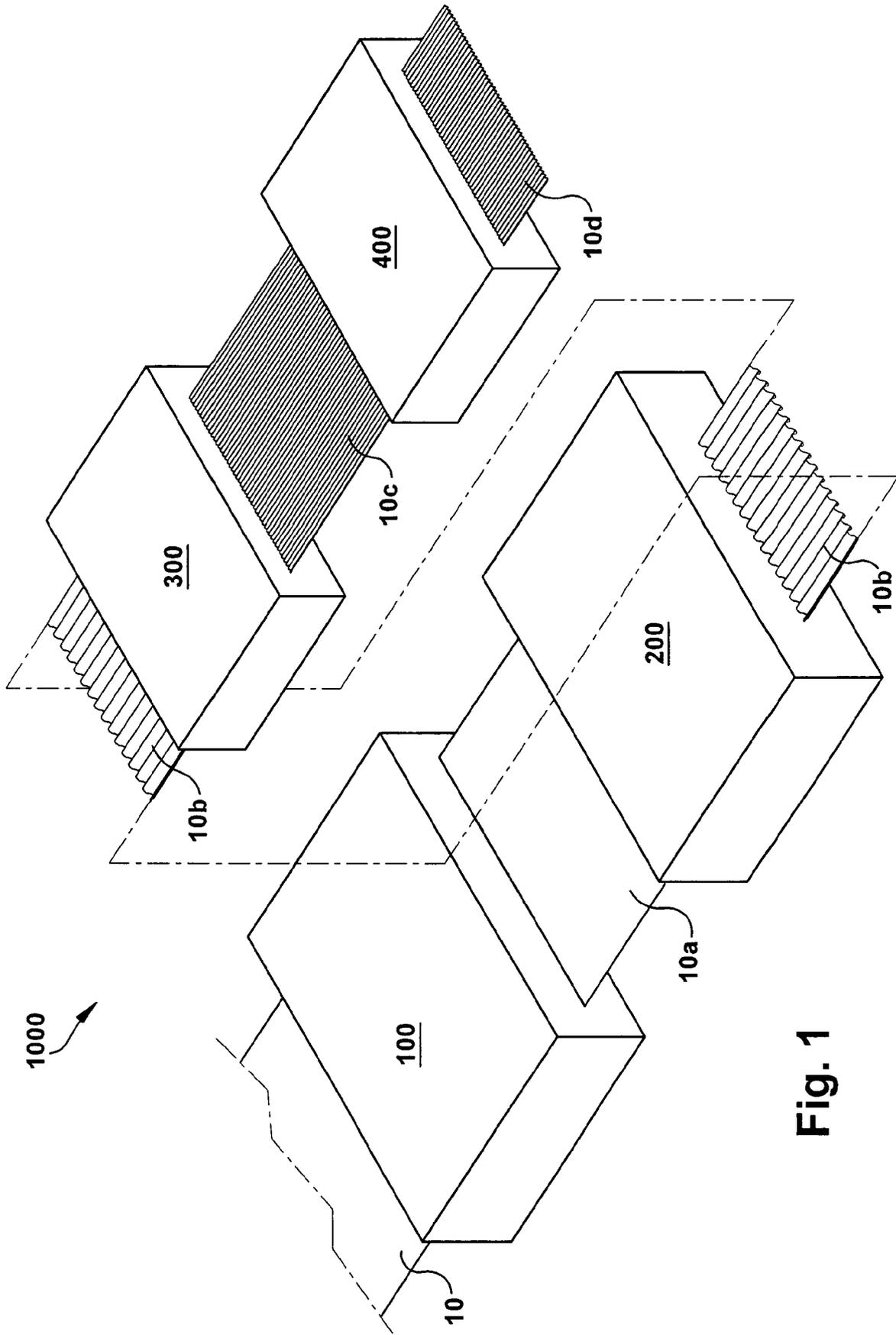
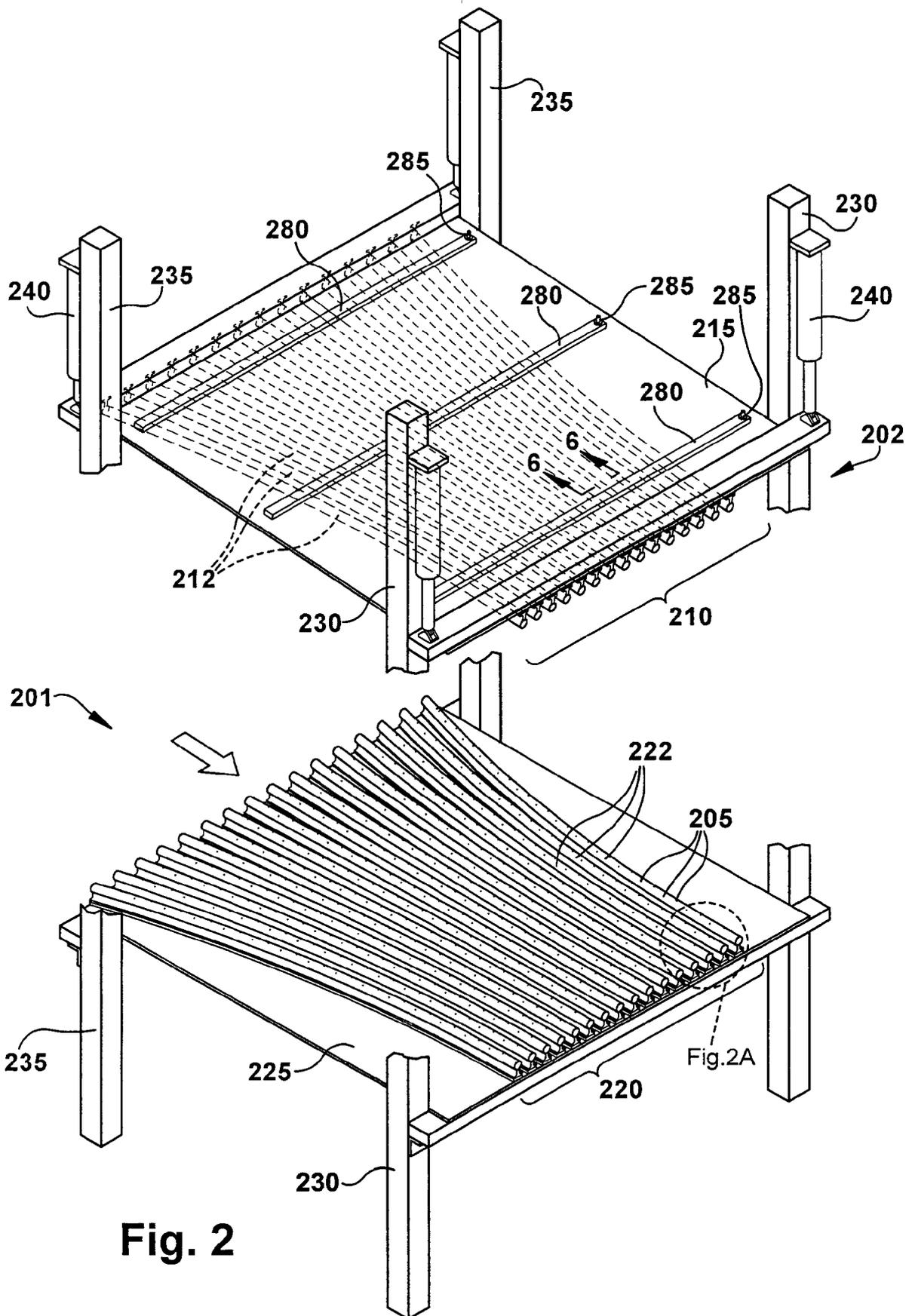
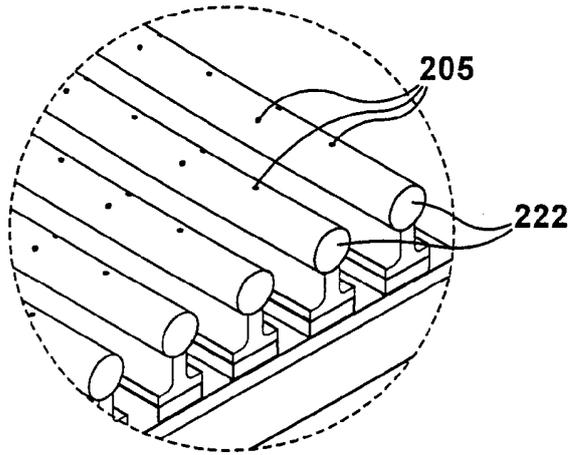
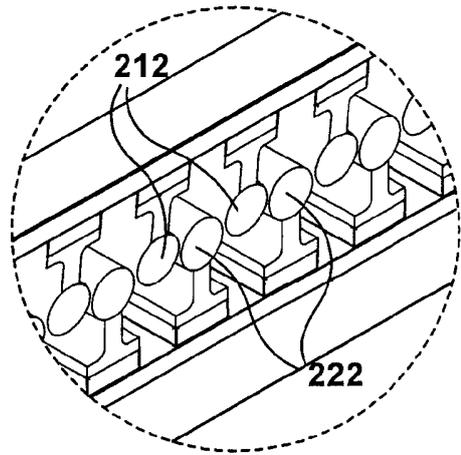


Fig. 1

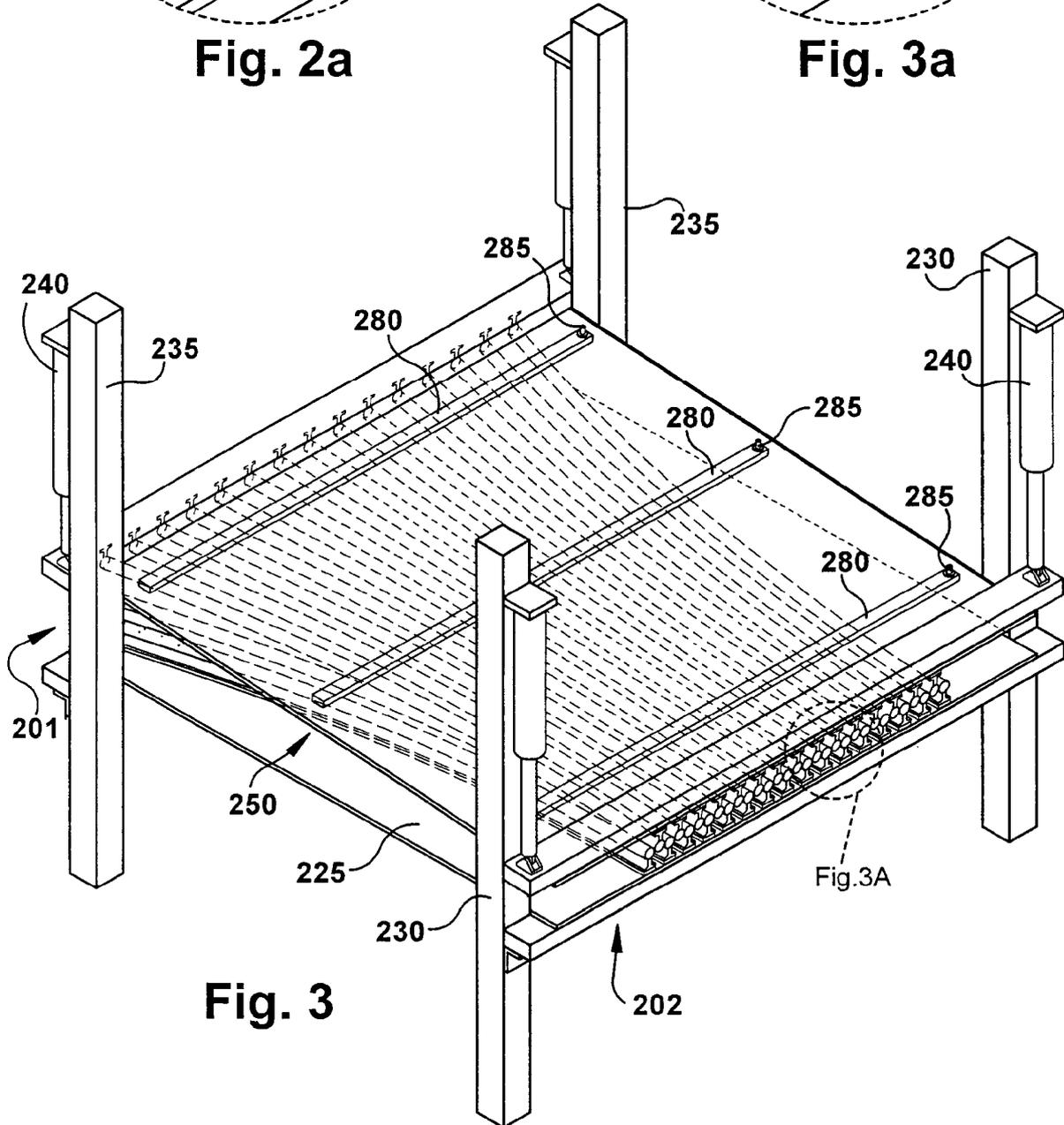




**Fig. 2a**



**Fig. 3a**



**Fig. 3**

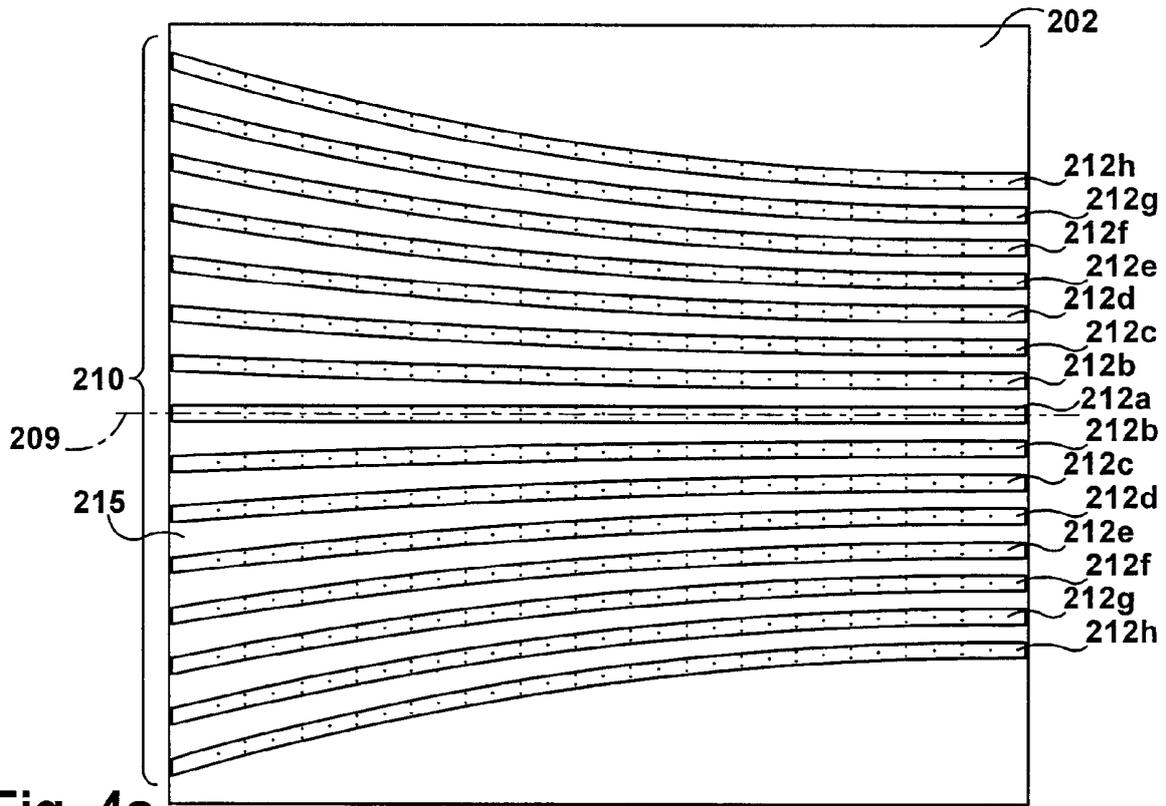


Fig. 4a

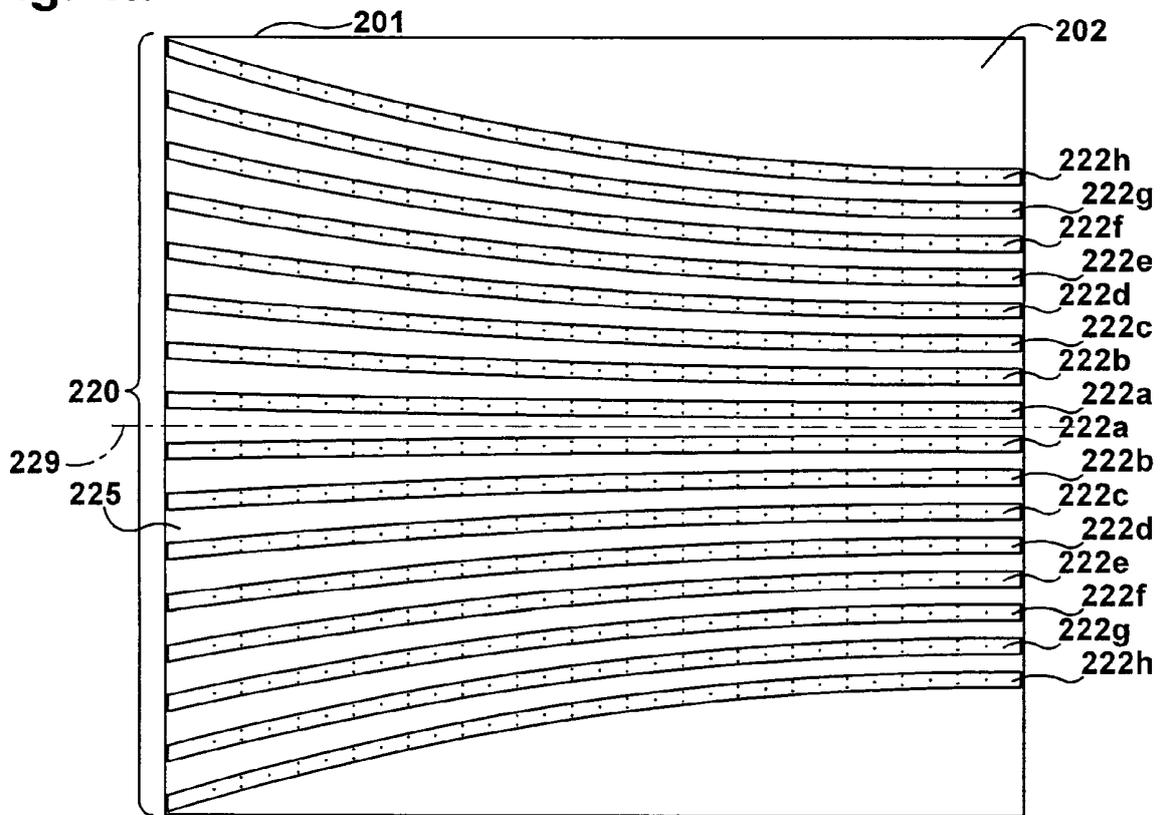


Fig. 4b

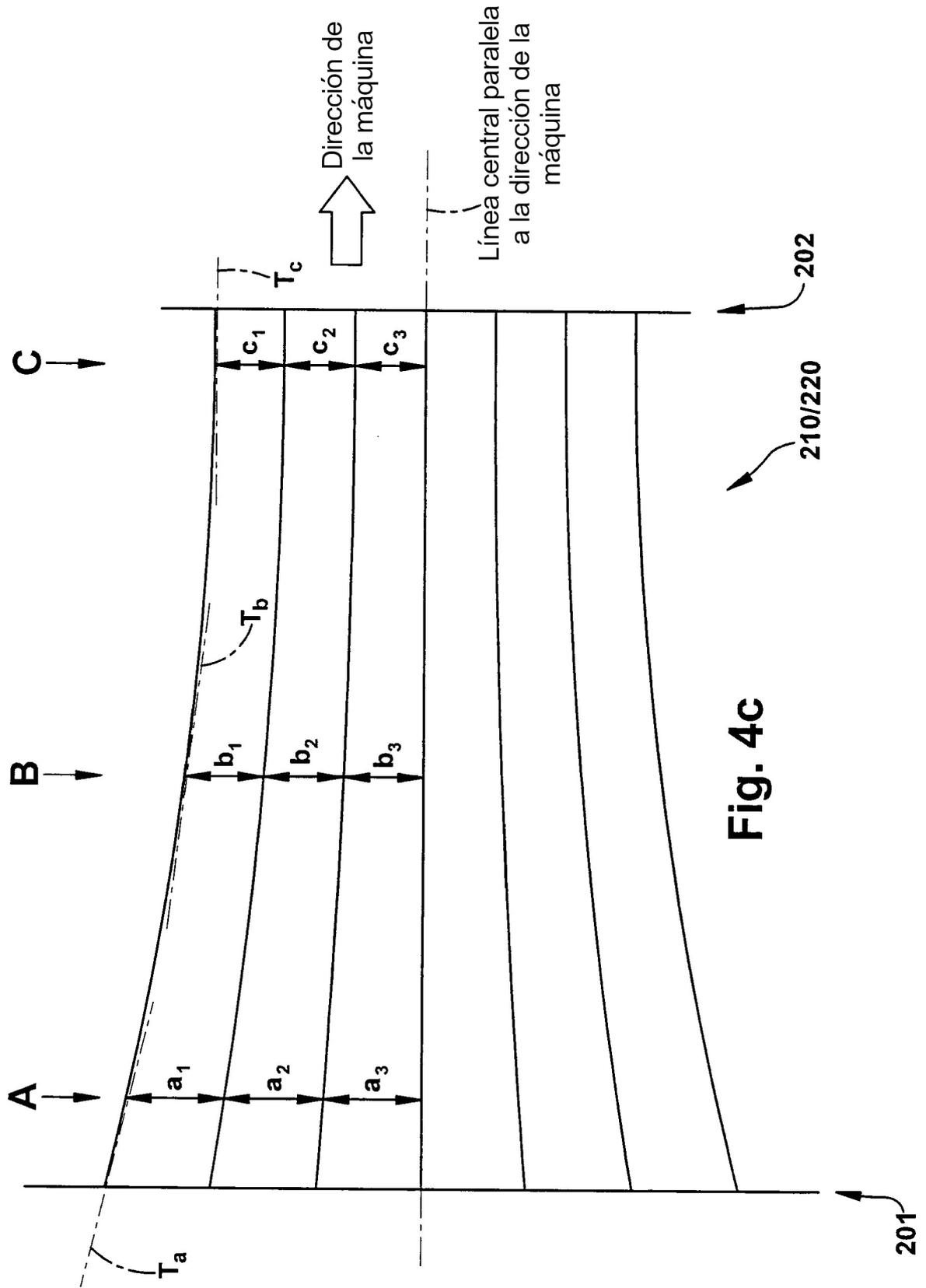


Fig. 4C

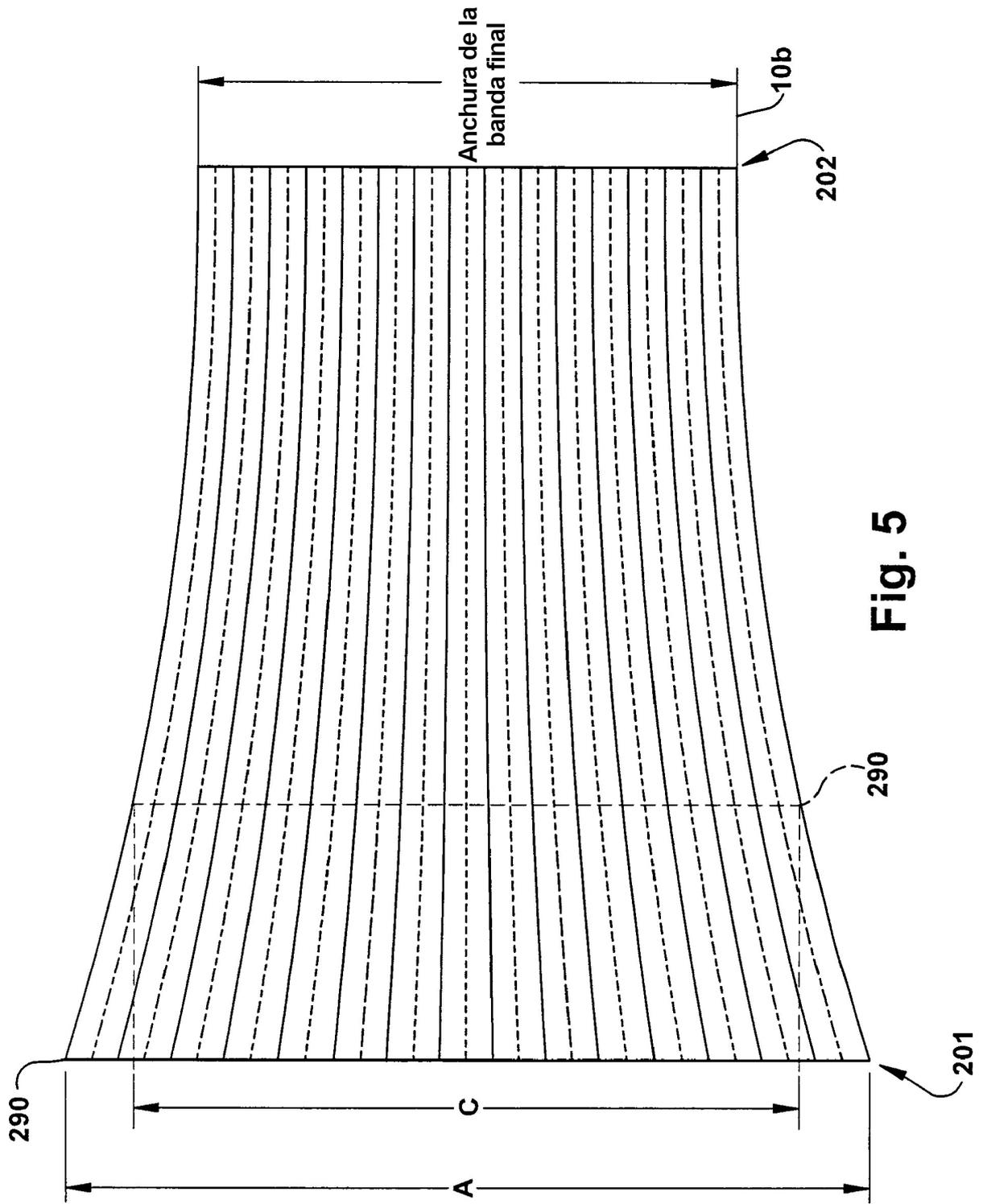


Fig. 5

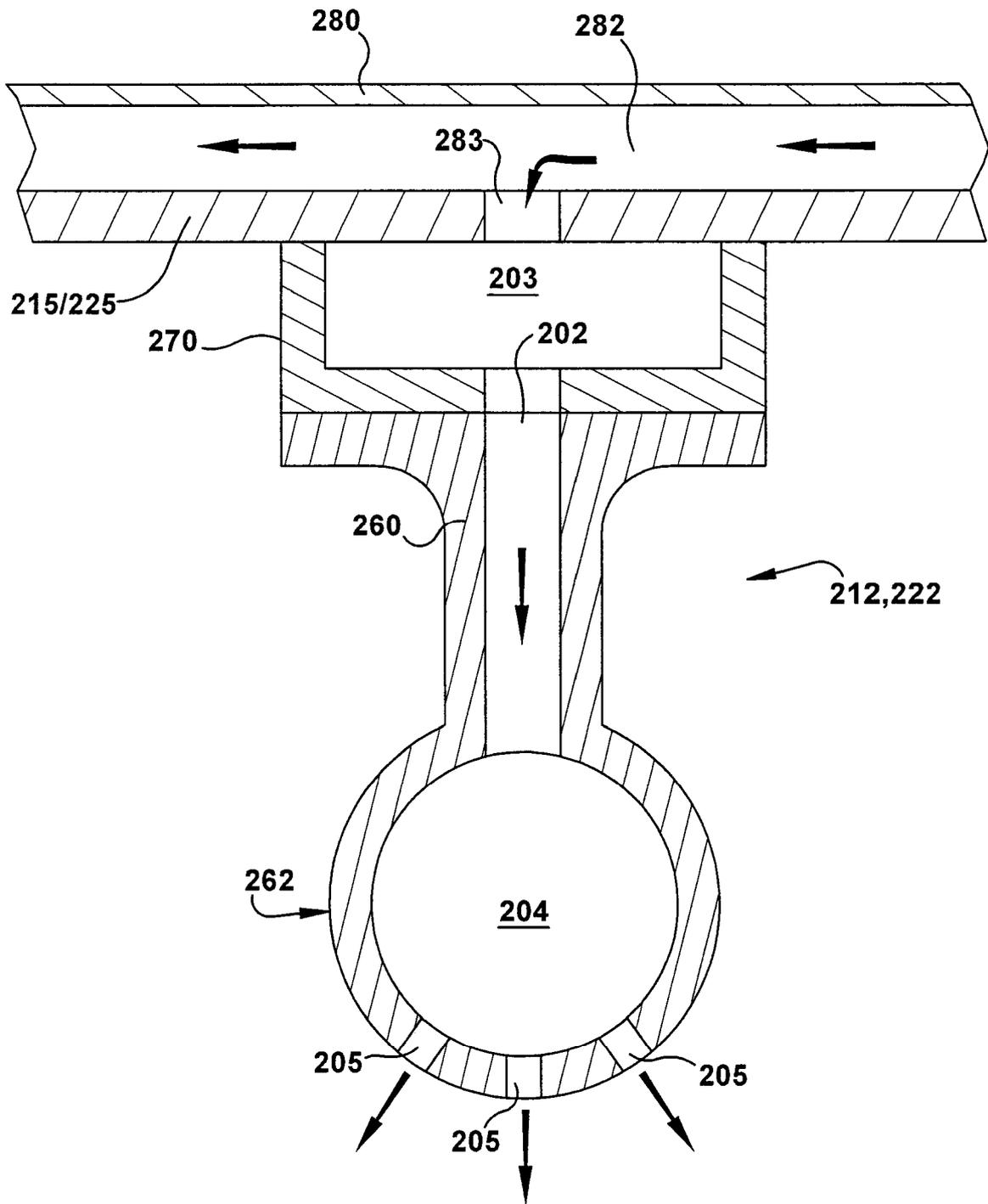


Fig. 6

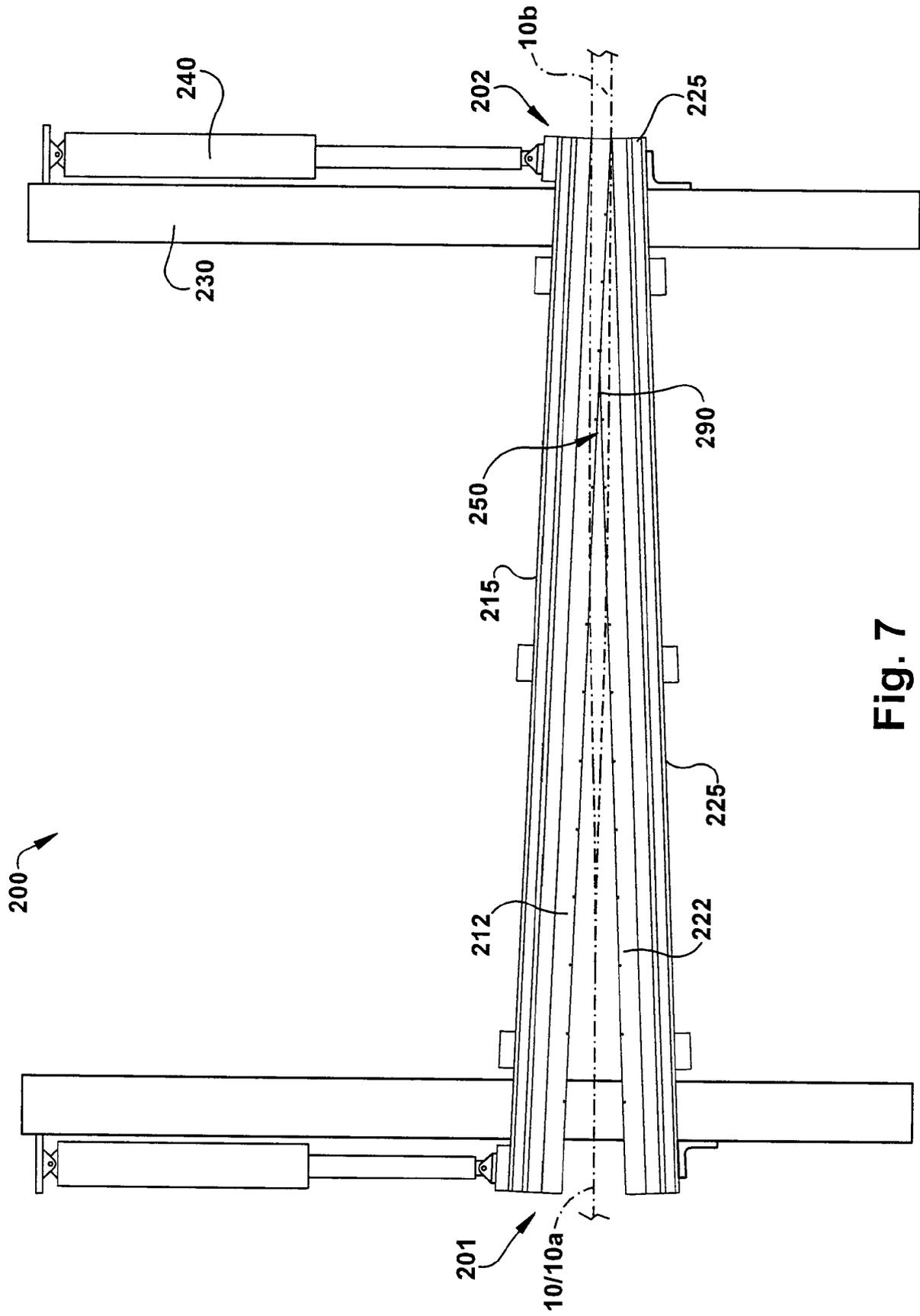


Fig. 7

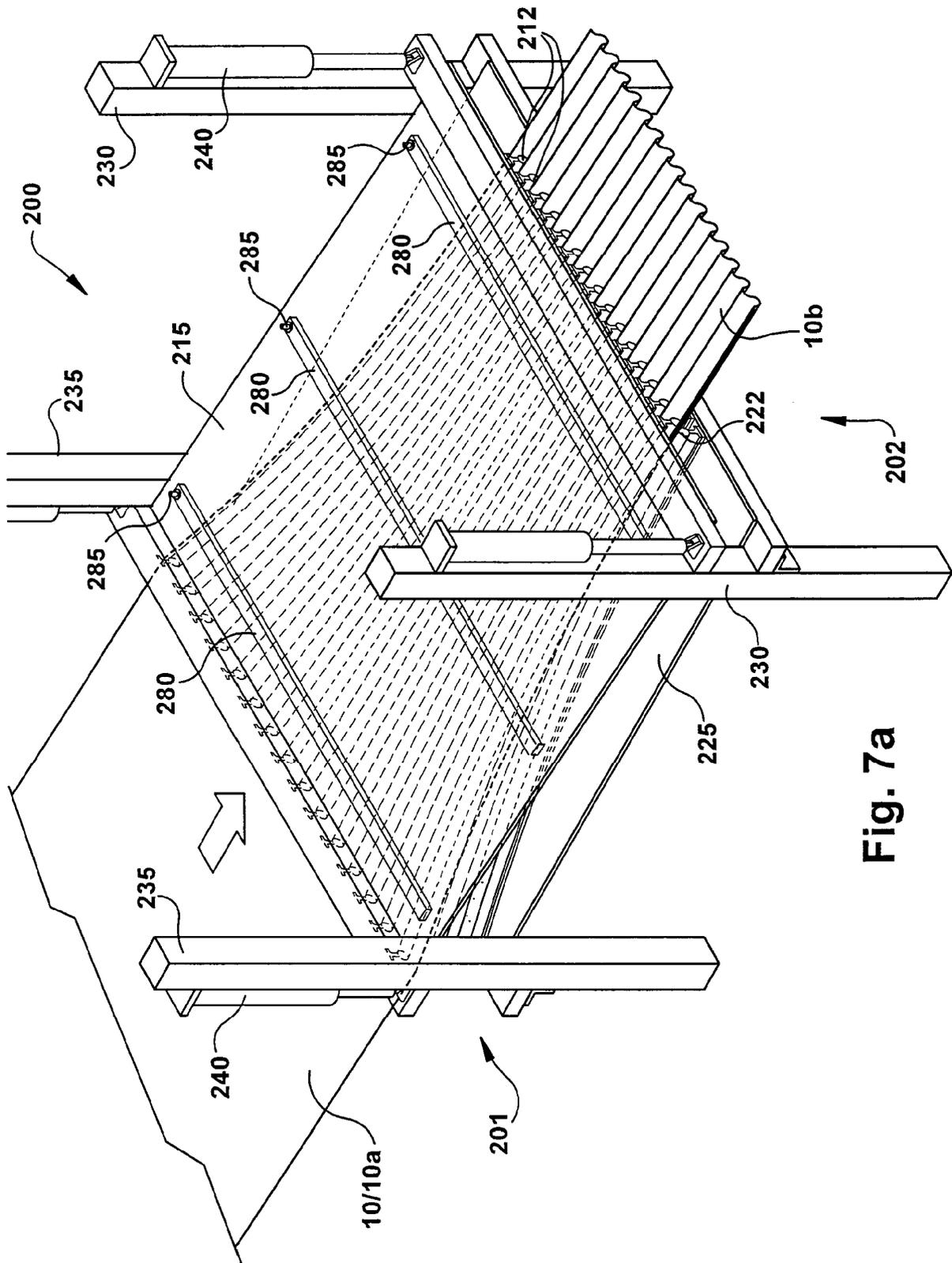


Fig. 7a

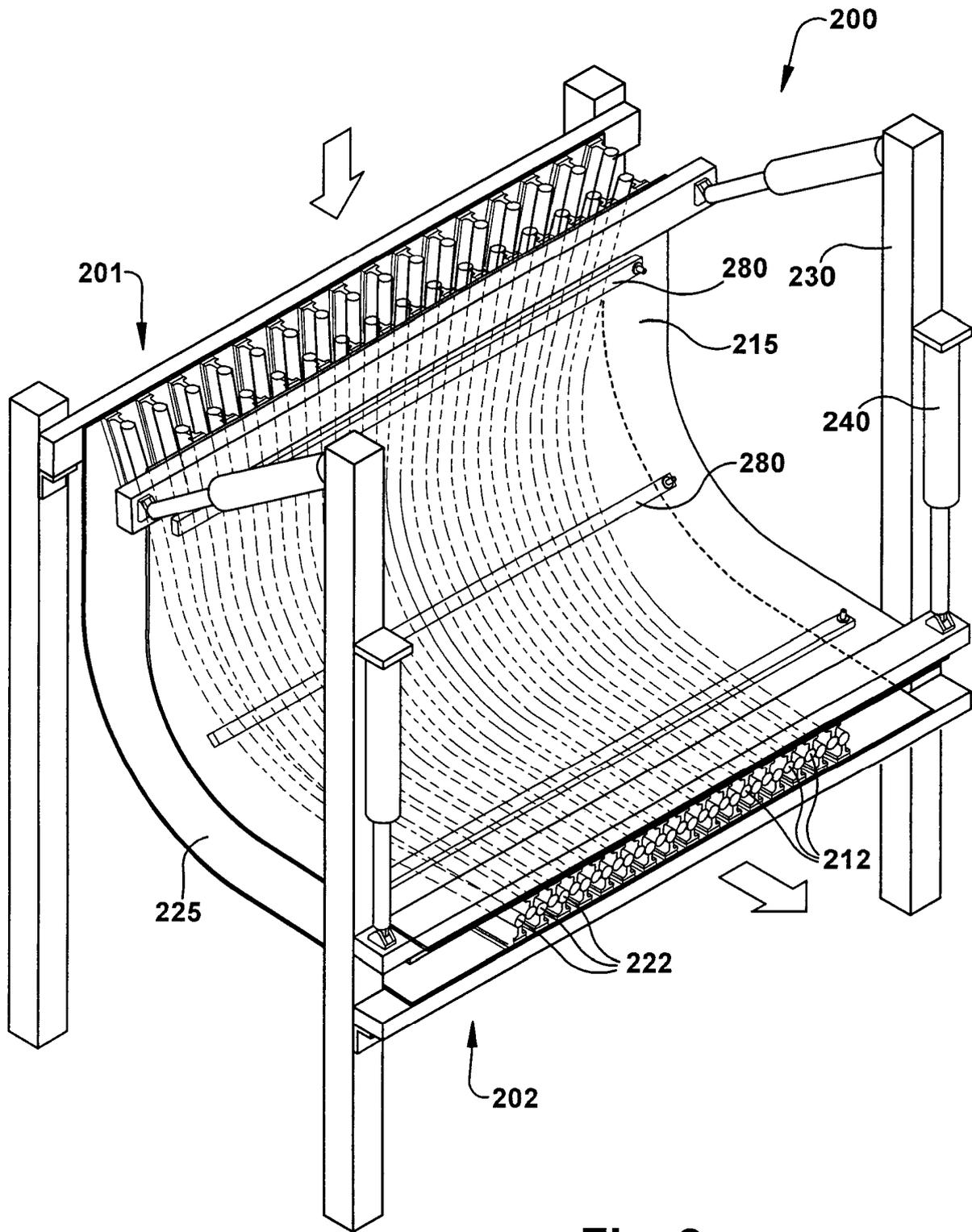


Fig. 8

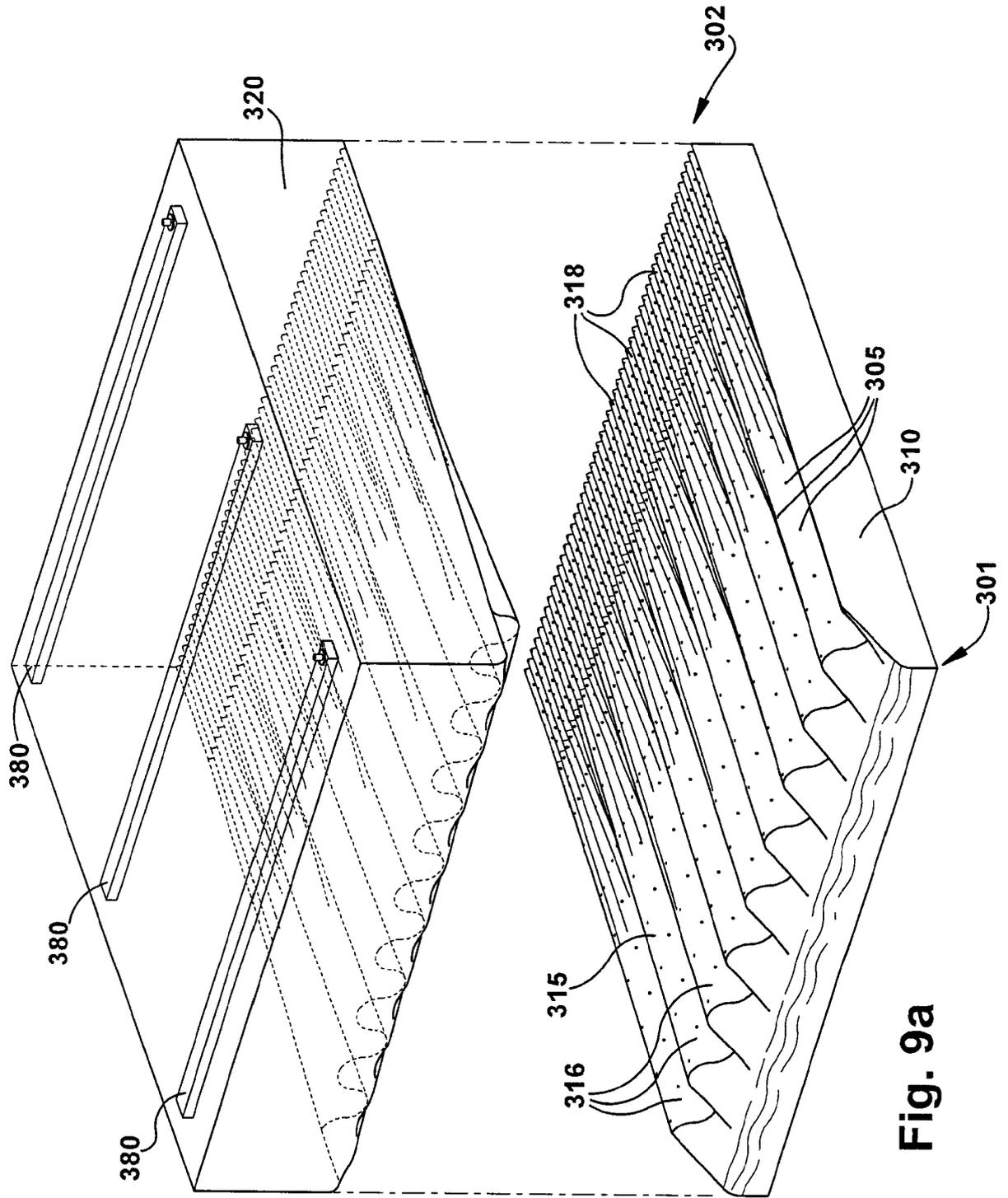
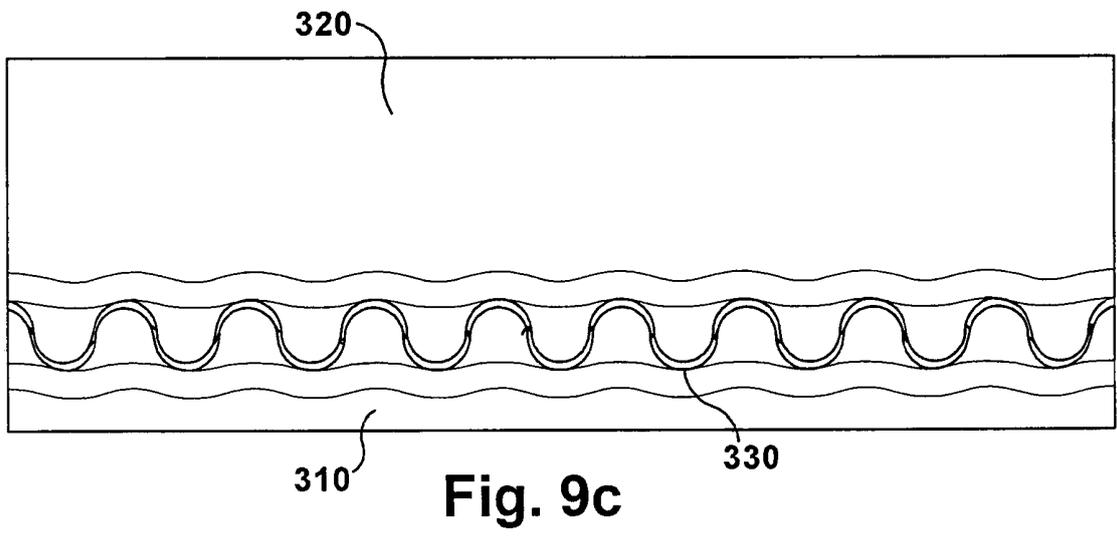
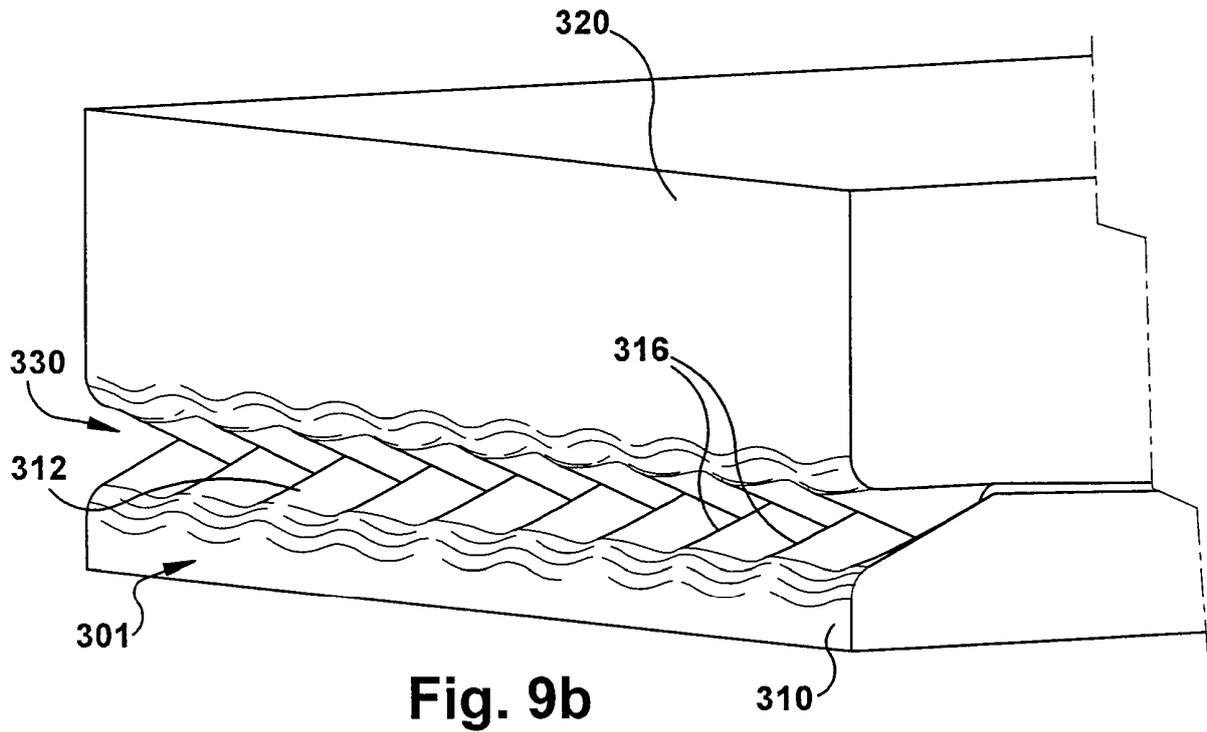


Fig. 9a



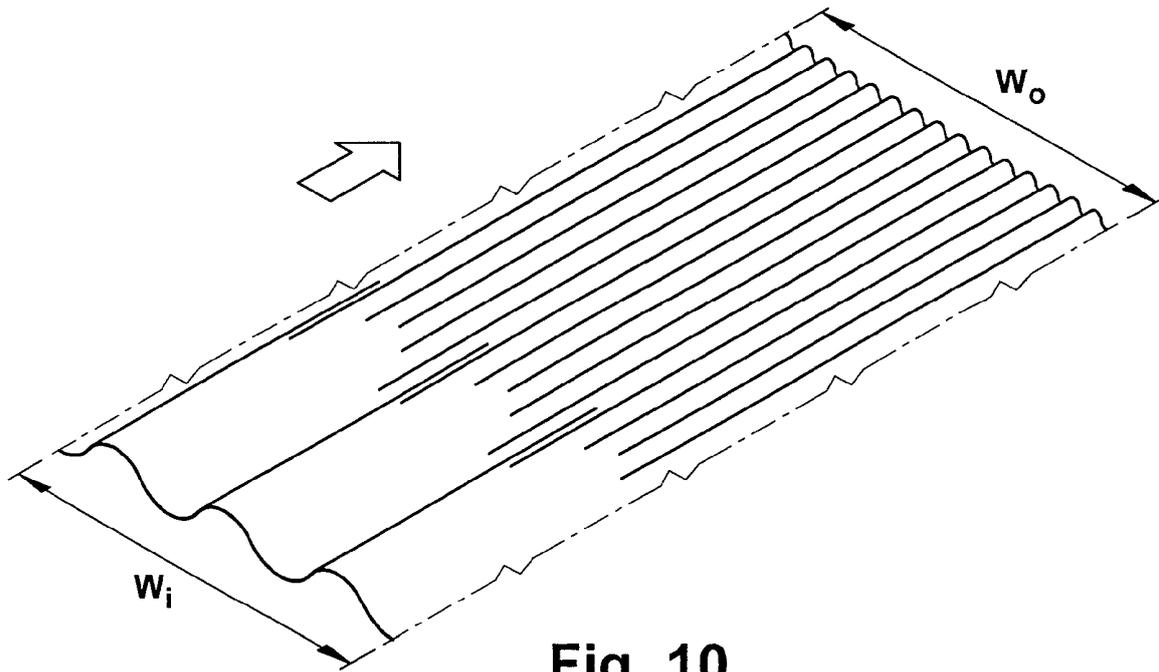


Fig. 10

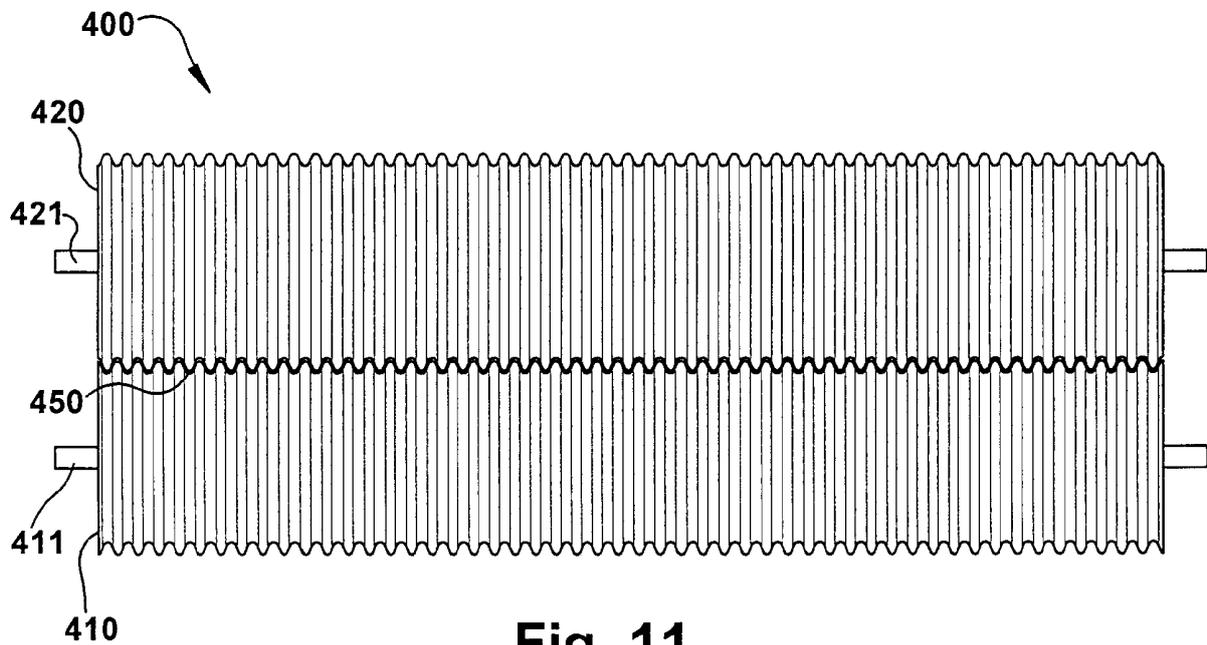


Fig. 11