



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 969 915**

⑮ Int. Cl.:

B31F 1/22 (2006.01)

B31F 1/32 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2009 E 19157014 (2)**

⑯ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2023 EP 3508339**

④ Título: **Método para producir cartón corrugado**

⑩ Prioridad:

21.03.2008 US 3851308 P

⑪ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

23.05.2024

⑩ Titular/es:

**INTERNATIONAL PAPER COMPANY (100.0%)
6400 Poplar Avenue
Memphis, TN 38197, US**

⑫ Inventor/es:

KOHLER, HERBERT B.

⑭ Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 969 915 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para producir cartón corrugado

5 **Campo de la invención**

La invención y sus realizaciones se refieren de forma general a la producción de cartón corrugado y, más especialmente, a la producción de cartón corrugado longitudinalmente.

10 **Antecedentes de la invención**

Se utiliza compuesto de cartón corrugado en un gran número de aplicaciones. Es especialmente deseable en aplicaciones de envasado porque es resistente y tiene una elevada integridad dimensional y estructural. Las cajas corrugadas se utilizan para envasar una variedad de artículos y se apilan habitualmente una sobre otra. Las cajas deben tener una resistencia de apilamiento suficiente para mantener su forma mientras soportan las cajas corrugadas apiladas con artículos almacenados en las mismas. Por lo tanto, las cajas corrugadas se producen comúnmente para utilizar la resistencia del cartón corrugado. El cartón corrugado incluye de forma típica un medio corrugado fijado a al menos un revestimiento, o de forma alternativa, intercalado entre un revestimiento superior y un revestimiento inferior. Las cajas corrugadas producidas a partir de cartón corrugado, con las acanaladuras orientadas verticalmente, tienen generalmente suficiente resistencia de apilamiento.

De forma típica, el cartón corrugado se forma produciendo una lámina corrugada que se une inicialmente a lo largo de un lado a una cara individual. A continuación se aplica adhesivo en las crestas de las acanaladuras alejadas de la cara individual mediante un rodillo aplicador de una máquina de pegamento. Posteriormente, se aplica una segunda cara en el adhesivo sobre las acanaladuras para producir una estructura compuesta en la que los corrugados se extienden entre las caras separadas entre sí y están unidos a las mismas.

30 JPS52148396, DE595275, US2494431, US2236932 y US2960145 describen métodos respectivos para formar una banda corrugada longitudinalmente. En particular, el documento US2960145 describe un método para formar una banda corrugada longitudinalmente, que comprende: guiar una banda de material de medio sobre un rodillo 2 de guía convexo (columna 5, línea 15); tirar de la banda de material de medio a través de las partes inferiores y superiores 23, 28 de un dispositivo 18 de conformación que incluyen nervaduras 38, 40 (Figuras 9-12) para corrugar longitudinalmente la banda de material de medio, en donde las nervaduras 38, 40 están intercaladas; en donde la parte superior 23 puede elevarse y bajarse ligeramente dependiendo de las irregularidades de la banda mediante un resorte 59 (columna 7, líneas 46-49).

40 En algunos casos, se produce cartón multicapa en el que más de una lámina corrugada se une de forma adhesiva a caras adicionales, de modo que, por ejemplo, una cara plana central se une a una lámina corrugada en cada uno de sus lados, y unas caras planas exteriores se unen a los lados de las dos láminas corrugadas alejados de la cara central. En otro ejemplo, las acanaladuras de una lámina corrugada pueden unirse de forma adhesiva a las acanaladuras de otra lámina corrugada.

45 De forma típica, un revestimiento de cara individual es una pieza plana de cartón, mientras que el medio corrugado es una pieza acanalada de cartón. De forma convencional, el medio corrugado se forma a partir de una banda de cartón generalmente plana que se mantiene bajo una fuerza de tracción y se alimenta continuamente a una máquina de corrugado que forma las acanaladuras. La banda de cartón plana se suministra generalmente a la máquina de corrugado con las fibras de cartón orientadas en una dirección longitudinal generalmente paralela a la dirección de la banda. Sin embargo, las máquinas de corrugado convencionales forman generalmente las acanaladuras en una dirección transversal con respecto a la dirección longitudinal de la banda de cartón. En otras palabras, las acanaladuras se forman en una "dirección no de la máquina" que es transversal a las fibras del cartón. La "dirección de la máquina" está definida por la dirección en la que las fibras pasan a través de la máquina de papel. Por lo tanto, las acanaladuras formadas en una "dirección no de la máquina" deben reorientar las fibras de papel, lo que puede dar lugar a una resistencia reducida.

55 60 Por lo tanto, resultaría ventajoso proporcionar una máquina de corrugado que pueda formar las acanaladuras en el cartón en la "dirección de la máquina" y generalmente paralelas a la dirección de las fibras de papel (p. ej., acanalado lineal o longitudinal). Las acanaladuras formadas longitudinalmente en la "dirección de la máquina" pueden ofrecer un aumento significativo de la resistencia en el cartón corrugado resultante. Además, resultaría ventajoso proporcionar una máquina de corrugado que pueda permitir un ajuste relativamente rápido de los tamaños de las acanaladuras para obtener diversos tipos de cartón corrugado.

Breve resumen

65 A continuación se muestra un resumen simplificado para obtener información para comprender la invención. Este resumen no es una visión general extensa de la invención. Además, este resumen no pretende identificar elementos críticos de la invención ni delinear el ámbito de la invención. El único propósito del resumen es mostrar algunos

conceptos de la invención de forma simplificada como preludio a la descripción más detallada que se muestra más adelante. De hecho, la invención es un método definido por la reivindicación 1. Los siguientes ejemplos de un aparato no forman parte de las reivindicaciones y se muestran únicamente con fines ilustrativos.

5 Según un aspecto, puede proporcionarse un aparato para producir un producto corrugado longitudinalmente. El aparato incluye un rodillo de guía para guiar una banda de material de medio, en donde al menos una parte del rodillo de guía está adaptada para disponerse en un ángulo con respecto a otra parte del rodillo de guía de modo que una longitud de recorrido de una parte de borde de la banda se acorte en relación con una longitud de recorrido de una parte central de la banda después de abandonar el rodillo de guía. El aparato incluye además una pluralidad de barras de formación de acanaladuras orientadas generalmente a lo largo de un eje longitudinal de la banda para definir un primer laberinto de corrugado eficaz para corrugar longitudinalmente, hasta una geometría intermedia, la banda de material de medio de la que se tira a través del mismo. El aparato incluye además un par de rodillos de corrugado que cooperan para definir, en un punto de contacto entre los mismos, un segundo laberinto de corrugado entre las pluralidades respectivas y entrelazadas de dientes de corrugado dispuestos en los rodillos de corrugado. Las pluralidades de dientes de corrugado están dispuestas de forma cilíndrica a lo largo de cada uno de los rodillos, en donde dichas pluralidades entrelazadas de dientes de corrugado son efectivas para corrugar longitudinalmente, hasta una geometría sustancialmente final, la banda de material de medio de la que se tira a través de dicho punto de contacto al rotar los rodillos de corrugado. El aparato incluye además una ruta de desplazamiento de banda para el material de medio que sigue un recorrido alrededor de una parte de una superficie circunferencial exterior del rodillo de guía, a través del primer laberinto de corrugado, y a través del segundo laberinto de corrugado.

Según otro aspecto, puede proporcionarse un aparato para producir un producto corrugado longitudinalmente. El aparato incluye un rodillo de guía para guiar una banda de material de medio, en donde al menos una parte del rodillo de guía está adaptada para su disposición en ángulo con respecto a otra parte del rodillo de guía de modo que una parte de borde de la banda se acerque relativamente a una línea central de la banda después de abandonar el rodillo de guía para acortar de este modo una longitud de recorrido de la parte de borde. El aparato incluye además una pluralidad de barras de formación de acanaladuras orientadas generalmente a lo largo de un eje longitudinal de la banda, incluyendo un conjunto superior de barras de formación de acanaladuras dispuestas sobre la banda de material de medio y un conjunto inferior de barras de formación de acanaladuras dispuestas bajo la banda de material de medio. Los conjuntos superior e inferior de barras de formación de acanaladuras están intercalados para definir un primer laberinto de corrugado efectivo para corrugar longitudinalmente, hasta una geometría intermedia, la banda de material de medio de la que se tira a través del mismo. Las barras de formación de acanaladuras pueden pivotar para ajustar individualmente un ángulo de cada una de las barras de formación de acanaladuras con respecto a la línea central de la banda para formar de este modo un abanico de anchura ajustable. El aparato incluye además un par de rodillos de corrugado que cooperan para definir, en un punto de contacto entre los mismos, un segundo laberinto de corrugado entre las pluralidades respectivas y entrelazadas de dientes de corrugado dispuestos en los rodillos de corrugado. Las pluralidades de dientes de corrugado están dispuestas de forma cilíndrica a lo largo de cada uno de los rodillos, en donde dichas pluralidades entrelazadas de dientes de corrugado son efectivas para corrugar longitudinalmente, hasta una geometría sustancialmente final, la banda de material de medio de la que se tira a través de dicho punto de contacto al rotar los rodillos de corrugado. El aparato incluye además un recorrido de desplazamiento de banda para el material de medio que sigue un recorrido alrededor de una parte de una superficie circunferencial exterior del rodillo de guía, a través del primer laberinto de corrugado, y a través del segundo laberinto de corrugado.

Según otro aspecto, puede proporcionarse un aparato para producir un producto corrugado longitudinalmente. El aparato incluye un rodillo de guía para guiar una banda de material de medio que define un primer ancho, en donde al menos una parte del rodillo de guía está adaptada para disponerse en un ángulo con respecto a otra parte del rodillo de guía de modo que la anchura de la banda se reduce a un segundo ancho después de abandonar el rodillo de guía. El aparato incluye además una pluralidad de barras de formación de acanaladuras orientadas generalmente a lo largo de un eje longitudinal de la banda, incluyendo un conjunto superior de barras de formación de acanaladuras dispuestas sobre la banda de material de medio y un conjunto inferior de barras de formación de acanaladuras dispuestas bajo la banda de material de medio. Los conjuntos superior e inferior de barras de formación de acanaladuras están intercalados para definir un primer laberinto de corrugado efectivo para corrugar longitudinalmente, hasta una geometría intermedia, la banda de material de medio de la que se tira a través del mismo. Las barras de formación de acanaladuras están acopladas de modo pivotante, en un extremo de salida de las mismas, a un bastidor de soporte tal que las barras de formación de acanaladuras son móviles lateralmente, en un extremo de entrada de las mismas, para ajustar individualmente un ángulo de cada una de las barras de formación de acanaladuras con respecto a la línea central de la banda para formar de este modo un abanico de anchura ajustable adaptado para ser sustancialmente igual, en el extremo de entrada, al segundo ancho. El aparato incluye además un par de rodillos de corrugado que cooperan para definir, en un punto de contacto entre los mismos, un segundo laberinto de corrugado entre las pluralidades respectivas y entrelazadas de dientes de corrugado dispuestos en los rodillos de corrugado. Las pluralidades de dientes de corrugado están dispuestas de forma cilíndrica a lo largo de cada uno de los rodillos, en donde dichas pluralidades entrelazadas de dientes de corrugado son efectivas para corrugar longitudinalmente, hasta una geometría sustancialmente final, la banda de material de medio de la que se tira a través de dicho punto de contacto al rotar los rodillos de corrugado. El aparato incluye además un recorrido de desplazamiento de banda para el material de medio que sigue un recorrido alrededor de una parte de una superficie circunferencial exterior del rodillo de guía, a través del primer laberinto de corrugado, y a través del segundo laberinto de corrugado.

Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la descripción detallada que sigue muestran realizaciones ilustrativas y explicativas de la invención, y pretenden proporcionar una visión general o marco para comprender la naturaleza y el carácter de la invención como se reivindica. Los dibujos adjuntos se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención y se incorporan en, y constituyen una parte de, esta memoria descriptiva. Los dibujos ilustran diversas realizaciones ilustrativas de la invención, y junto con la descripción, sirven para explicar los principios y funcionamiento de la invención.

Breve descripción de las figuras

Los aspectos anteriores y otros aspectos de las realizaciones de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica al leer la siguiente descripción con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista superior del aparato para producir un producto corrugado longitudinalmente según aspectos de la presente solicitud;

la Figura 2 es una vista lateral del aparato de la Figura 1;

la Figura 3A es una vista superior de un rodillo de guía ilustrativo;

la Figura 3B es una disposición alternativa del rodillo de guía de la Figura 3A;

la Figura 4 es una vista en perspectiva de un dispositivo de formación segmentado ilustrativo;

la Figura 5 es una vista detallada parcial de una pluralidad de barras de formación de acanaladuras ilustrativas del dispositivo de formación segmentado de la Figura 4;

la Figura 6 es una vista en sección de una barra de formación ilustrativa tomada a lo largo de la línea 6-6 de la Figura 5;

la Figura 7 es una vista superior del dispositivo de formación segmentado ilustrativo de la Figura 4 en una primera disposición;

la Figura 8 es similar a la Figura 7, pero muestra el dispositivo de formación segmentado en una segunda disposición;

la Figura 9 es una vista lateral del dispositivo de formación segmentado de la Figura 4;

la Figura 10 es una vista en sección parcial de una parte del dispositivo de formación segmentado tomada a lo largo de la línea 10-10 de la Figura 8;

la Figura 11 es una vista detallada parcial de un rodillo de corrugado ilustrativo de la Figura 1;

la Figura 12 es una vista en perspectiva de un dispositivo de formación fijo ilustrativo;

la Figura 13 es una vista en sección parcial del dispositivo de formación fijo tomada a lo largo de la línea 13-13 de la Figura 12;

la Figura 14 es una vista esquemática de una disposición ilustrativa para formar un panel corrugado multicapa ilustrativo;

la Figura 15 es una vista lateral parcial de un panel corrugado multicapa ilustrativo que incluye una estructura de unión de acanaladura a acanaladura; y

la Figura 16 es una vista lateral parcial de otro panel corrugado multicapa ilustrativo que incluye un diseño de acanaladura cruzada de doble pared.

Descripción de realizaciones ilustrativas

Las realizaciones ilustrativas que incorporan la presente invención se describen e ilustran en los dibujos. Estos ejemplos ilustrados no pretenden ser una limitación de la presente invención. Además, en la presente memoria se utiliza cierta terminología únicamente por conveniencia y no debe tomarse como una limitación en la presente invención. Además, en las figuras, se emplean los mismos números de referencia para indicar los mismos elementos.

Como se utiliza en la presente memoria, el término "banda" se refiere a una lámina de material que se desplaza a través del aparato y, especialmente, a medida que se desplaza a través de diversos laberintos de corrugado, tal como se describirá posteriormente. También, como se utiliza en la presente memoria, los términos "pegamento" y

“adhesivo” se utilizan indistintamente, y se refieren al adhesivo que se aplica en las crestas de acanaladuras de una lámina corrugada como se describe a continuación. Cualquier pegamento aplicado en cualquier parte de la banda puede aplicarse utilizando diversos métodos conocidos por un experto en la técnica.

- 5 En la presente memoria, todos los elementos o miembros del aparato se consideran elementos o miembros rígidos, sustancialmente inelásticos, bajo las fuerzas de este modo encontradas. Todos estos elementos o miembros pueden fabricarse utilizando materiales convencionales de forma convencional, como resultará evidente para los expertos en la técnica basándose en la presente memoria. Además, el aparato puede incluir varios elementos adicionales o puede incluso formar parte de una operación de fabricación más grande conocida por un experto en la técnica, tal como se describe en las patentes US-6.068.701, US-6.602.546 y US-7.267.153.

Haciendo referencia en este caso al ejemplo mostrado de las Figuras 1-2, se muestra un aparato 20 ilustrativo para producir cartón corrugado longitudinalmente. Debe entenderse que el aparato 20 ilustrado se muestra solo como ejemplo y que la presente solicitud puede aplicarse a muchos tipos distintos de máquinas. Como se describe en la presente memoria, el medio corrugado 22 es cartón que incluye una pluralidad de fibras. Una mayoría de las fibras definen una forma alargada y están orientadas de forma generalmente paralela. La dirección en la que la mayoría de las fibras están orientadas define la dirección “D” de la máquina del medio corrugado 22. En la presente memoria, la “dirección de la máquina” está definida por la dirección en la que las fibras pasan a través de la máquina de papel. De igual modo, la “dirección no de la máquina” se define como la dirección transversal a la “dirección de la máquina” (es decir, transversal a las fibras del cartón). Como se describirá más detalladamente en la presente memoria, las acanaladuras producidas por el aparato 20 se forman generalmente paralelas a la dirección “D” de la máquina. De igual modo, una lámina de cara (no mostrada) o similar aplicada en las acanaladuras puede ser cartón y se puede aplicar de modo similar en una dirección que es sustancialmente paralela a la dirección “D” de la máquina del medio corrugado 22. A efectos de brevedad, la geometría de acanaladura formada no se ilustra en la Figura 1.

25 El aparato 20 incluye generalmente un rodillo 24 de guía para guiar la banda de material de medio (es decir, cartón), un dispositivo de formación segmentado que incluye una pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras que definen un primer laberinto 29 de corrugado (véase la Figura 5), y un par de rodillos 28, 30 de corrugado que definen un segundo laberinto 31 de corrugado. Un recorrido de desplazamiento de banda ilustrativa del material 22 de medio 30 sigue un recorrido alrededor de una parte de una superficie circunferencial exterior del rodillo 24 de guía, a través del primer laberinto 29 de corrugado de las barras 26 de formación de acanaladuras, y a través del segundo laberinto de corrugado del par de rodillos 28, 30 de corrugado. Aun así, los elementos pueden disponerse de diversas formas para alterar el recorrido de desplazamiento de la banda, y pueden utilizarse más o menos elementos.

35 Por ejemplo, como se muestra, el rodillo 24 de guía puede venir precedido por diversos elementos, tales como uno o más rodillos guía 32 o similares adaptados para transportar la banda 22 sobre el rodillo 24 de guía. En el ejemplo mostrado, el rodillo guía 32 puede ser un rodillo guía 32 de flotación de fluido que puede usar un cojín de fluido, tal como aire o vapor, para reducir, tal como eliminar, la fricción entre la banda 22 y el rodillo guía 32.

40 El rodillo 24 de guía puede adaptarse para transportar la banda 22 a las barras 26 de formación de acanaladuras para corrugar longitudinalmente la banda 22. Una parte del rodillo 24 de guía puede adaptarse para su disposición en un ángulo con respecto a otra parte del rodillo 24 de guía, de modo que una longitud de recorrido de una parte 34 de borde de la banda 22 se acorte en relación con una longitud de recorrido de una parte central 36 de la banda después de abandonar el rodillo 24 de guía. Se aplica una tensión dirigida longitudinalmente en la banda 22 para tirar de la banda 22 a través del aparato 20, tal como mediante el funcionamiento de uno o más de los rodillos 24, 28, 30, 32, etc. Puede ser deseable aplicar la tensión de modo generalmente constante a través de la anchura de la banda 22 para evitar daños en la banda 22. Por ejemplo, tensar la banda 22 de modo distinto (es decir, de modo no uniforme) en la dirección no de la máquina (es decir, transversalmente) puede causar daños en las fibras de papel, arrugas, abolladuras y/o puede tensar de otro modo las fibras de papel y reducir su resistencia.

50 Sin embargo, debido a que la banda 22 debe corrugarse linealmente mediante la formación de acanaladuras orientadas longitudinalmente, una anchura total de la banda 22 disminuirá gradualmente desde una anchura inicial no corrugada. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 1, una anchura de la banda 22 disminuirá gradualmente a medida que pasa a través de las barras 26 de formación longitudinales de un extremo 38 de entrada a un extremo 40 de salida de las mismas. Por lo tanto, para facilitar la aplicación de la tensión de modo generalmente constante a lo ancho de la banda 22 en la dirección no de la máquina, puede resultar ventajoso ajustar una parte de la banda 22 con respecto a otra parte de la banda 22 de modo que una longitud de recorrido de la misma, entre el rodillo 24 de guía y el extremo 38 de entrada de las barras 26 de formación longitudinales, sea sustancialmente igual. Cuando las longitudes de recorrido de cada parte de la banda 22 son sustancialmente iguales, la tensión a través de la banda 22 debería ser generalmente constante.

65 Por lo tanto, por ejemplo, puede adaptarse una parte exterior del rodillo 24 de guía para disponerse en ángulo con respecto a una parte central del rodillo 24 de guía, de modo que una longitud de recorrido de una parte 34 de borde de la banda 22 se acorte en relación con una longitud de recorrido de una parte central 36 de la banda después de abandonar el rodillo 24 de guía. El ángulo de la parte exterior del rodillo 24 de guía, con respecto a la parte central, puede seleccionarse de modo que la longitud de recorrido de la banda de la parte 34 de borde sea sustancialmente

igual a la longitud de recorrido de la parte central 36 de la banda después de abandonar el rodillo 24 de guía. Por lo tanto, la banda 22 puede tener una primera anchura al encontrarse con el rodillo 24 de guía que, de este modo, se reduce a una segunda anchura después de abandonar el rodillo 24 de guía.

5 El rodillo 24 de guía puede incluir al menos un elemento, tal como un rodillo arqueado o curvado (es decir, un rodillo de en forma de plátano o similar, no mostrado) de modo que una parte del rodillo 24 de guía queda dispuesta formando un ángulo con respecto a otra parte del rodillo de guía. El rodillo 24 de guía individual puede ser un cuerpo unitario fijo en realizaciones no reivindicadas. En ejemplos según las reivindicaciones, el rodillo 24 de guía incluye una parte móvil de modo ajustable con respecto a otra parte. En otro ejemplo, como se muestra en las Figuras 3A-3B, el rodillo 24A de guía puede incluir al menos un primer segmento 42A que defina un primer eje longitudinal 44A acoplado a un extremo de un segundo segmento 46A que defina un segundo eje longitudinal 48A. En la Figura 3A, el primer eje 44A es sustancialmente coaxial con el segundo eje 48A. El primer y el segundo segmentos 42A, 46A pueden acoplarse de modo pivotante entre sí en sus respectivos extremos, de modo que el rodillo 24A de guía pueda pivotar en el centro. Como se muestra en la Figura 3B, al menos uno del primer y segundo segmentos 42B, 46B puede ser móvil con respecto al otro del primer y segundo segmentos 42B, 46B, de modo que el primer eje 44B queda orientado en un ángulo con respecto al segundo eje 48B. Cada uno del primer y segundo segmentos 42B, 46B pueden ser móviles uno con respecto al otro, pudiendo pivotar el primer eje 44B hasta un primer ángulo con respecto a la línea central de la banda y pudiendo pivotar el segundo eje 48B hasta un segundo ángulo sustancialmente igual y opuesto al primer ángulo.

20 Los extremos de cada segmento 42B, 46B pueden estar engranados de modo que el ángulo de pivotamiento del lado de accionamiento del segmento de barra sea duplicado por el lado de operario. Por ejemplo, si el lado de accionamiento del rodillo de guía se hace pivotar 0,5 grados hacia las barras 26 de formación de acanaladuras (es decir, hacia el extremo corriente abajo), el lado de operario también pivota 0,5 grados hacia las barras 26 de formación de acanaladuras. De modo similar, si el lado de accionamiento del rodillo de guía se hace pivotar 0,5 grados alejándose de las barras 26 de formación de acanaladuras, el lado de operario también pivota 0,5 grados alejándose de las barras 26 de formación de acanaladuras fijas.

30 Por lo tanto, el rodillo 24 de guía de múltiples segmentos puede tomar el borde 34 de la banda y dirigirlo en un ligero ángulo para de este modo cambiar la longitud del borde 34 de la banda. Por lo tanto, cuando la banda llega a las barras 26 de formación de acanaladuras, el borde 34 de la banda se dispondrá y tensará de modo adecuado sin forzar excesivamente la banda 22. Pueden existir numerosas variables, tales como el diámetro de la barra, la anchura de la lámina y/o la distancia de las barras 26 de formación de acanaladuras a un elemento aguas abajo, tal como los rodillos 28, 30 de corrugado, que pueden determinar el ángulo del rodillo 24 de guía. Para el presente ejemplo, el ángulo de la barra puede ser 0,9 grados con respecto a la banda 22, aunque también pueden utilizarse otros valores. Por lo tanto, después de envolver la banda de cartón alrededor de una parte del rodillo 24 de guía, tal como 180 grados, la banda de cartón parte hacia las barras 26 de formación de acanaladuras en un ángulo de aproximadamente 1,8 grados (es decir, 2 x 0,9 grados). Como resultado de ello, los bordes 34 de la banda 22 de cartón están relativamente más cerca de los rodillos 28, 30 de corrugado que el centro 36 a medida que la banda 22 de cartón abandona el rodillo 24 de guía para obtener una tensión de borde adecuada para la formación de acanaladuras.

45 De forma adicional o alternativa, el rodillo 24 de guía puede ser un rodillo de contacto cero que funciona para soportar la banda de material de medio a una altura variable sobre su superficie circunferencial exterior en un cojín de fluido (es decir, aire o vapor) que se emite a través de aberturas 47 dispuestas sobre la superficie circunferencial exterior del rodillo 24 de guía y a través de la misma. Es posible disponer diversos números de aberturas 47 de diversas formas, y se ilustran esquemáticamente. Cualquiera o ambos de los segmentos 42A, 46A pueden incluir las aberturas para el fluido. El cojín de aire reduce, por ejemplo, elimina, la fricción de deslizamiento. De forma adicional o alternativa, el rodillo 24 de guía de múltiples segmentos puede actuar como un dispositivo de almacenamiento de banda para compensar los cambios de longitud de recorrido de la banda provocados por tolerancias de fabricación o similares.

50 El rodillo de contacto cero descrito puede ser un rodillo estacionario que no rota a medida que la banda de material de medio atraviesa su superficie circunferencial. En vez de ello, se bombea un caudal volumétrico de aire a una presión controlada desde dentro del rodillo 24 radialmente hacia fuera a través de pequeñas aberturas u orificios dispuestos de modo periódico y uniforme sobre la pared circunferencial exterior del rodillo y a través de la misma. El resultado es que la banda pasante de material 22 de medio queda soportada sobre la superficie circunferencial del rodillo 24 de contacto cero mediante un cojín de aire. La presión necesaria de aire para soportar la banda que pasa de material 22 de medio sobre la superficie del rodillo 24 de contacto cero se rige por la ecuación: $P=T/R$, en donde P es la presión de aire requerida en Pa (en psi), T es la tensión (tensión media) en la banda de material de medio en desplazamiento en Newtons por metro (en libras por pulgada lineal o "pli"), y R es el radio del rodillo 24 de contacto cero (en pulgadas) (en metros).

65 La altura nominal sobre la superficie circunferencial del rodillo 24 de la banda 22 en desplazamiento es proporcional al caudal volumétrico del aire que fluye a través de las aberturas en la superficie circunferencial. En un modo deseable de funcionamiento, el caudal volumétrico de aire se selecciona para lograr una altura nominal de la banda 22 (también correspondiente a la altura del cojín de aire) de, p. ej., 0,0051-0,0127 metros (0,2-0,5 pulgadas) sobre la superficie circunferencial del rodillo 24, dependiendo de su radio, que de forma típica es 0,10-0,15 metros (4-6 pulgadas). De

forma alternativa, el caudal puede seleccionarse para lograr una altura nominal inferior, por ejemplo, 0,0006-0,0025 metros (0,025-0,1 pulgadas) con respecto a la superficie circunferencial del rodillo 24.

- 5 De forma adicional o alternativa, el rodillo 24 de contacto cero también puede utilizar un mecanismo elegante para proporcionar un control de retroalimentación de la tensión de banda media. Por ejemplo, puede utilizarse un transductor de presión activo o pasivo (no mostrado) para detectar la presión en el cojín de aire que soporta la banda 22 sobre la superficie del rodillo 24 de contacto cero. Debido a que la presión del cojín de aire y la tensión de la banda están relacionadas según la relación $P=T/R$, tal como se ha indicado anteriormente, controlar la presión del cojín de aire, P , permite obtener una medida en tiempo real de la tensión en la banda 22. Por ejemplo, si el radio del rodillo 24
- 10 se fija en 0,15 metros (6 pulgadas), y la presión del cojín de aire se mide a 4550,5 Pa (0,66 psi), se sabe que la tensión en la banda en ese momento es de 700,5 Newtons por metro (4 pli). Como resultará evidente, los datos de tensión de la banda en tiempo real que pueden inferirse de medir la presión del cojín de aire pueden utilizarse en un circuito de control de retroalimentación para regular el funcionamiento del aparato 20.
- 15 En la presente memoria, “rodillo de contacto cero” se refiere a un rodillo que tiene la estructura anterior, adaptado para soportar una banda de material que pasa sobre el rodillo en un cojín de fluido, tal como aire, que se emite a través de orificios o aberturas dispuestos sobre, y a través de, la superficie circunferencial exterior del rodillo. No se pretende que implique que nunca haya contacto (es decir, literalmente “cero” contacto) entre el rodillo de contacto cero y la banda. Dicho contacto puede producirse, por ejemplo, debido a fluctuaciones transitorias o momentáneas en la tensión
- 20 de banda media.

- 25 Siguiendo corriente abajo, la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras definen un dispositivo de formación segmentado. La pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras están orientadas generalmente a lo largo de un eje longitudinal de la banda 22 para definir un primer laberinto 29 de corrugado eficaz para corrugar longitudinalmente, hasta una geometría intermedia, la banda de material de medio de la que se tira a través del mismo. Es decir, aunque la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras corrugan el medio de banda, otra estructura aguas abajo puede finalizar la geometría de corrugado, tal como los rodillos 28, 30 de corrugado. Aun así, es posible utilizar las barras 26 de formación de acanaladuras para producir la geometría de corrugado finalizada.
- 30 En el ejemplo mostrado, el dispositivo de formación segmentado incluye dos conjuntos de barras de formación relativamente pequeñas que pueden montarse de forma pivotante en un bastidor. La pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras incluye un conjunto superior 50 de barras de formación de acanaladuras dispuestas sobre la banda 22 de material de medio, y un conjunto inferior 52 de barras de formación de acanaladuras dispuestas bajo la banda 22 de material de medio. Como se muestra en las Figuras 4-5, los conjuntos superior 50, 52 de barras de formación de acanaladuras están intercalados para definir el primer laberinto 29 de corrugado.

- 35 Volviendo brevemente a la Figura 6, se ilustra con mayor detalle de sección una barra 54 de formación ilustrativa de la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras. Debe entenderse que el siguiente ejemplo puede representar de forma general la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras, incluyendo ambos conjuntos superior e inferior 50, 52, aunque algunas o la totalidad de las barras 26 pueden ser distintas. La barra 54 de formación ilustrativa puede incluir una barra principal 56 que soporta una barra 58 de corrugado sobre la misma. La barra 58 de corrugado puede acoplarse a la barra principal 56 de varias formas, incluyendo sujetadores, adhesivos, soldadura, y/o incluso puede formarse con la misma. Algunas o la totalidad de las barras 58 de corrugado pueden extenderse parcial o incluso completamente a lo largo de la longitud longitudinal de cada barra 54 de formación. La barra principal 56 y/o la barra 58 de corrugado pueden tener un interior 60, 62 generalmente hueco, respectivamente, aunque una o ambas también pueden ser generalmente macizas. Por ejemplo, la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras pueden extruirse o perforarse con pistola para obtener las áreas 60, 62 huecas internas que pueden servir como colector de distribución para el fluido injectado a través de unos orificios 70 que actúa como lubricante para reducir las fuerzas de fricción. En un ejemplo, la barra principal 56 puede incluir una tapa 64 de extremo o similar (véase la Figura 5), y/o la barra 58 de corrugado puede incluir una estructura similar. Los interiores huecos 60, 62 pueden estar en comunicación fluida, tal como a través de un portal interno 66, para permitir que un fluido presurizado, tal como aire o vapor, sea suministrado entre los mismos, tal como se describirá en mayor detalle.

- 40 La barra 58 de corrugado es la parte que forma las acanaladuras longitudinales en la banda 22 que pasa a través del primer laberinto 29 de corrugado. Para ello, una parte superior de la barra 58 de corrugado puede incluir una parte 68 de superficie generalmente redondeada para entrar en contacto con la banda 22. Volviendo brevemente a la Figura 5, los conjuntos superior e inferior 50, 52 de barras de formación de acanaladuras están intercalados para definir el primer laberinto 29 de corrugado. Es decir, la parte 68 de superficie generalmente redondeada de las barras adyacentes de las barras 58 de corrugado de los conjuntos superior e inferior 50, 52 puede interconectarse o entrelazarse para definir el primer laberinto 29 de corrugado, que se extiende a lo largo de la longitud transversal de la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras. En efecto, la banda 22 de cartón que pasa a través del primer laberinto pasará de forma alternativa por encima y por debajo de las barras adyacentes de las barras 58 de corrugado para formar las acanaladuras.
- 45 55 60 65 70 Una parte de la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras, tal como la totalidad de las barras, incluye una superficie adaptada para entrar en contacto con la banda de material de medio, tal como la parte 68 de superficie

generalmente redondeada. La superficie puede incluir una característica de superficie antifricción para reducir de este modo las fuerzas de fricción sobre la banda 22 a medida que pasa a través del primer laberinto 29 de corrugado. En un ejemplo, una parte de las barras 26 de formación de acanaladuras pueden ser barras de contacto cero que pueden funcionar para soportar dicha banda 22 de material de medio a una altura variable sobre las mismas en un cojín de

5 aire que se emite a través de aberturas 70 dispuestas sobre, y a través de, una superficie 68 exterior de la parte de las barras 26 de formación de acanaladuras. Cada parte 68 de superficie puede incluir una pluralidad de aberturas 70 dispuestas de diversas formas en la misma que pueden extenderse parcial o completamente a lo largo de la longitud de una barra 58 de corrugado respectiva. Es posible disponer diversos números de aberturas 70 de diversas formas, y solo una parte se ilustra esquemáticamente.

10 Se suministra fluido presurizado, tal como aire, a un conector 72 u otra estructura de suministro acoplada herméticamente a una parte de cada barra 54 de formación individual. En un ejemplo, el conector 72 puede acoplarse a la barra principal 56, aunque también puede acoplarse a la barra 58 de corrugado. Como se muestra, el conector 72 se acopla a la barra principal 56 y el fluido se transfiere a la superficie 68 de la barra 58 de corrugado a través del portal 66. Los conectores 72 de las diversas barras 58 pueden ser directamente (p. ej., a través de una manguera o similar) o indirectamente (p. ej., a través de un colector o similar) a un suministro 74 de fluido, en una configuración en serie o en paralelo. A continuación, el aire presurizado sale de la barra 58 de corrugado a través de la serie de orificios 70 separados a lo largo de la longitud de la varilla 54 para formar el cojín de aire para que la banda 22 de cartón flote sobre el mismo. El cojín de aire proporciona engrasado de aire (es decir, lubricación) que puede reducir, tal como 15 eliminar, el contacto de fricción de deslizamiento entre la banda 22 y la superficie 68 de formación de acanaladuras.

20 Como sucede con el rodillo 24 de guía, se bombea un caudal volumétrico de aire a una presión controlada desde dentro de cada barra 54 de formación radialmente hacia fuera a través de las aberturas u orificios pequeños 70 dispuestos de forma periódica y uniforme sobre la superficie circunferencial exterior 68 de la barra 58 de corrugado y a través de la misma. El resultado es que la banda 22 que pasa de material de medio queda soportada sobre la superficie 68 mediante un cojín de aire. También como antes, la barra 58 de corrugado de contacto cero también puede utilizar un mecanismo elegante para obtener un control de retroalimentación de la tensión de banda media a través de un transductor de presión activo o pasivo (no mostrado) que puede utilizarse para detectar la presión en el cojín de aire. Debido a que la presión del cojín de aire y la tensión de la banda están relacionadas según la relación 25 P=T/R, tal como se ha indicado anteriormente, controlar la presión del cojín de aire, P, proporciona una medida en tiempo real de la tensión en la banda. De nuevo, "contacto cero" no pretende implicar que nunca haya contacto (es decir, literalmente "cero" contacto) entre las barras 58 de contacto cero y la banda, tal como puede ocurrir, por ejemplo, debido a fluctuaciones transitorias o momentáneas en la tensión de banda media.

30 35 De forma adicional o alternativa, la característica de superficie antifricción de la parte 68 de superficie puede incluir varias estructuras adicionales. En un ejemplo, la parte 68 de superficie puede ser pulida o electropolida para reducir las fuerzas de fricción sobre el papel a medida que pasa a través del primer laberinto 29 de corrugado. En otro ejemplo, la parte 68 de superficie puede recubrirse con un recubrimiento de liberación o antifricción, tal como teflón o similar, para reducir las fuerzas de fricción. En otro ejemplo adicional, la parte 68 de superficie puede tratarse para crear un recubrimiento de superficie dura tal como el obtenido por recubrimiento de conversión de óxido negro, anodización, pulverización con llama, recubrimientos de deposición, recubrimiento cerámico, cromado u otros tratamientos superficiales similares para reducir las fuerzas de fricción.

40 45 Para la siguiente descripción, se utilizarán los coeficientes de ondulación de tamaño de acanaladura estándar: tamaño A = 1,56; tamaño C = 1,48; tamaño B = 1,36; tamaño E = 1,28; tamaño F = 1,19; y tamaño N = 1,15. Sin embargo, debe apreciarse que también pueden utilizarse diversos tamaños adicionales de acanaladuras. El siguiente ejemplo se describirá con referencia a un coeficiente de ondulación de acanaladura de tamaño "A" de 1,56 con una anchura de papel final de 1,27 metros (50 pulgadas). Por lo tanto, la anchura de inicio del papel es de 1,98 metros (es decir, 1,27 metros x 1,56) (78 pulgadas) (es decir, 50 pulgadas x 1,56), y cada borde del papel debe moverse hacia dentro, 50 hacia el centro, aproximadamente 0,36 metros (es decir, (1,98 metros-1,27 metros)/2) (14 pulgadas) (es decir, (78 pulgadas-50 pulgadas)/2) para formar adecuadamente las acanaladuras. Aun así, debe apreciarse que también pueden utilizarse diversos anchos de banda y/o coeficientes de ondulación adicionales.

60 55 Para condensar la banda 22 de cartón para lograr coeficientes de ondulación deseados (p. ej., para reducir la anchura del cartón de 1,98 metros (78 pulgadas) a 1,27 metros (50 pulgadas) (u otro ancho deseado), los conjuntos superior e inferior 50, 52 de barras se acercan gradualmente entre sí simétricamente alrededor de la línea central 25 de la banda de modo que cada barra 58 de corrugado hace que la banda comience a formar una forma sinusoidal grande mientras la banda flota sin fricción sobre la superficie 68 de la barra. Las barras 54 de formación están inclinadas entre sí, con los extremos 38 de entrada de las barras 56 relativamente más separados entre sí que los extremos 40 de salida de las barras 56. Como resultado de ello, la forma sinusoidal completa de las acanaladuras puede desarrollarse gradualmente a medida que la banda se desplaza por la longitud de las barras 54 de formación, de modo que los cambios bruscos de tensión en la banda se reducen o eliminan dado que se condensa hacia dentro.

65 65 La pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras puede ajustarse de modo que cualquier parte de la banda 22 de papel que pasa a través del primer laberinto 29 de corrugado solo se curva sobre, o alrededor del, radio de la parte 68 de superficie generalmente redondeada de la barra 58 de corrugado, o como máximo la siguiente barra 58

adyacente a la misma, que la banda de papel comienza para reducir, tal como minimizar, la tensión sobre las fibras de papel. Por lo tanto, la banda 22 de papel generalmente solo se dobla una vez por acanaladura a medida que se desplaza a través del primer laberinto 29 de corrugado, y tal doblado parcial debería reducir daños, tales como roturas, de las fibras de papel.

- 5 Cada conjunto de barras de formación se monta en un armazón ajustable que permite que las barras individuales pivoten en un patrón de acordeón o pliegue en abanico de modo que la banda de cartón se mantiene generalmente paralela a las barras de formación. Además, la capacidad de ajuste del dispositivo de formación segmentado permite que se utilicen varias relaciones de ondulación para distintos tamaños de acanaladura.
- 10 Como se muestra en las Figuras 4-7, cada una de las barras 54 de formación puede fijarse individualmente, de modo pivotante, tal como en el extremo de salida. Por lo tanto, cada barra 54 de formación puede pivotar independientemente de las otras barras 54 de formación. En el ejemplo mostrado, cada una de las barras 54 de formación de acanaladuras está acoplada de modo pivotante, en su extremo de salida 40, a un bastidor 76, 78 de soporte de modo que las barras de formación de acanaladuras son móviles lateralmente (es decir, en la dirección no de la máquina), en su extremo 38 de entrada, para ajustar individualmente un ángulo de cada una de las barras 54 de formación de acanaladuras con respecto a la línea central 25 de la banda para formar de este modo un abanico de ancho ajustable. Cada uno de los conjuntos superior e inferior 50, 52 puede tener bastidores 76, 78 de soporte separados o puede utilizar un bastidor de soporte individual. Cada una de las barras 54 de formación puede acoplarse individualmente a uno de los bastidores 76, 78 de soporte de varias modos. En un ejemplo, como se muestra en la Figura 5, cada barra 54 de formación puede incluir un pasador 80, horquilla u otra estructura pivotante acoplada a la barra principal 56 y en acoplamiento pivotante con un bastidor 76, 78 de soporte. Aunque en la presente memoria se hace referencia a las barras 54 acopladas de modo pivotante al extremo de salida, es posible utilizar la configuración opuesta para acoplar de modo pivotante las barras 54 alrededor del extremo de entrada y ajustar el ángulo de las barras alrededor de su extremo de salida.
- 15 25 Las Figuras 7-8 ilustran dos ejemplos extremos de la anchura ajustable de la estructura en forma de abanico de las barras 54 de formación de acanaladuras. Como se muestra en la Figura 6, el extremo 38 de entrada de la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras tiene un primer ancho L_1 que está dispuesto en la posición sustancialmente más estrecha. Es decir, la primera anchura L_1 ilustra la anchura más estrecha del extremo 38 de entrada en el presente ejemplo. El extremo 40 de salida de la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras tiene una segunda anchura L_2 . La segunda anchura L_2 ilustra la anchura sustancialmente final de la banda 22 al salir del primer laberinto 29 de corrugado. Volviendo a la Figura 7, se ilustra el extremo 38 de entrada de la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras con una tercera anchura L_3 que está dispuesta en la posición sustancialmente más ancha. Es decir, la tercera anchura L_3 ilustra la anchura más amplia del extremo 38 de entrada en el presente ejemplo. Sin embargo, debido a que la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras están fijadas de modo pivotante a los bastidores 76, 78 de soporte alrededor del extremo 40 de salida, la segunda anchura L_2 permanecerá sustancialmente igual entre los dos ejemplos extremos ilustrados en las Figuras 7-8. Por lo tanto, aunque la banda 22 puede tener varios anchos de inicio, y la anchura del extremo 38 de entrada puede ajustarse en consecuencia, la anchura final de la banda 22 al salir del primer laberinto 29 de corrugado siempre puede ser sustancialmente igual la segunda anchura L_2 . Debe entenderse que los dos ejemplos extremos ilustrados en las Figuras 7-8 se ilustran como ejemplos extremos, y la anchura del extremo 38 de entrada puede ajustarse infinitamente a cualquier ancho deseado entre los mismos. Aún así, aunque se describe como con una anchura fijo y un extremo de ancho ajustable, debe entenderse que la anchura de cada extremo 38, 40 del dispositivo de formación segmentado puede configurarse para ajustarse por separado e individualmente.
- 30 35 40 45 50 55 60 65 Las barras 54 de formación pueden incluir varias estructuras para variar la anchura del abanico ajustable hasta una anchura deseada entre los dos ejemplos extremos ilustrados en las Figuras 7-8. En un ejemplo, algunas o la totalidad de las barras 54 de formación incluyen cada una una pista 82 de guía que se acopla a unos rodillos 84 de leva de un armazón de ajuste para permitir el ajuste angular de las barras 54 de formación para obtener el efecto de tipo abanico o acordeón a medida que los rodillos 84 de leva se desplazan hacia delante y hacia atrás a lo largo de las pistas 82 de guía. Como se muestra, las pistas 82 de guía pueden estar dispuestas de forma general a medio camino a lo largo de la longitud de las barras 54 de formación, aunque también pueden disponerse en otra parte o incluso extenderse a lo largo de sustancialmente la totalidad de la longitud de las barras 54. Algunos o la totalidad de los rodillos 84 de leva pueden acoplarse a una pista 82 de guía asociada mediante una corredera lineal o similar. Los rodillos 84 de leva pueden incluir una estructura rotativa para reducir, tal como minimizar, el contacto de fricción con las pistas 82 de guía. De forma adicional o alternativa, aunque se describen como "rodillos" 84 de leva, las levas 84 pueden incluir una estructura estática no giratoria, que puede incluir o no características superficiales que reducen la fricción, tales como cualesquiera de las descritas en la presente memoria. Las pistas 82 de guía y los rodillos 84 de leva pueden formar parte del armazón de ajuste. Puede utilizarse un único armazón de ajuste para ajustar ambos conjuntos superior e inferior 50, 52 de barras 54 de formación o, como se muestra en las Figuras 9-10, pueden utilizarse armazones de ajuste dobles para ajustar por separado los conjuntos superior e inferior 50, 52.
- Haciendo referencia en este caso a las Figuras 9-10, una pluralidad de pistas 82A de guía superiores pueden acoplarse cada una a una barra respectiva del conjunto superior 50 de barras 54 de formación de acanaladuras. Un armazón superior 86 puede extenderse lateralmente a través de al menos una parte del conjunto superior 50 de barras 54 de formación de acanaladuras y puede incluir una pluralidad de levas 84, tal como levas estacionarias o incluso levas de

rodillo o similares, acopladas al mismo que están dispuestas cada una para ser recibidas dentro de al menos una pista 82A de guía superior. Las levas 84 pueden disponerse de diversas formas, tal como en una matriz o similar que se extiende a través del armazón superior 86 que corresponde de forma general a la separación de la pluralidad de pistas 82A de guía superiores. Por lo tanto, cada leva 84 de rodillo puede adaptarse para deslizarse a lo largo de la longitud de una pista 82A de guía superior asociada. Por brevedad, en la presente memoria solo se analiza el funcionamiento del armazón superior 86, considerando que el armazón inferior 88 puede funcionar de modo similar.

El armazón superior 86 puede moverse a lo largo del eje longitudinal de la banda 22, con respecto al conjunto superior de barras 54 de formación de acanaladuras, entre al menos una primera posición situada relativamente más cerca del extremo 38 de entrada (es decir, en correspondencia con la primera anchura L_1 de la Figura 7) y una segunda posición situada relativamente más cerca del extremo 40 de salida (es decir, correspondiente a la primera anchura L_3 de la Figura 8). Debe entenderse que los dos ejemplos extremos ilustrados en las Figuras 7-8 se ilustran como ejemplos extremos, y que el armazón superior 86 puede moverse longitudinalmente entre los mismos para ajustar infinitamente la anchura del extremo 38 de entrada a cualquier anchura deseada.

En el ejemplo mostrado, debido a que las levas 84 están dispuestas en una matriz generalmente fija en el armazón superior 86, las levas 84 no pueden desplazarse en relación con el armazón superior 86. Es decir, cada leva 84 mantiene una distancia fija con respecto a una leva 84 adyacente. Sin embargo, como se ha descrito anteriormente, cada una de las barras 54 de formación se acopla de forma pivotante en el extremo 40 de salida al bastidor 76 de soporte. Como resultado de ello, el movimiento del armazón superior 86 a lo largo del eje longitudinal de la banda 22 hace que cada una de las levas 84 aplique una fuerza lateral a cada una de las barras de formación a través de las pistas 82A de guía superiores para de este modo [...]. Específicamente, cada barra 54 de formación individual es móvil lateralmente (es decir, dirección no de la máquina) una distancia necesaria para mantener una leva 84 asociada dentro de una pista de guía superior 82A asociada para ajustar individualmente el ángulo de cada una de las barras 54 de formación de acanaladuras con respecto a la línea central 25 de la banda para ajustar de este modo la anchura del abanico. En otras palabras, cada barra 54 de formación individual es forzada a pivotar en el extremo 40 de salida, y a moverse lateralmente en el extremo 38 de entrada, hasta que una distancia entre las pistas 82A de guía superiores adyacentes sea sustancialmente igual a la distancia fija entre las levas 84 adyacentes.

Por lo tanto, el movimiento del armazón superior 86 hacia la primera posición (es decir, la Figura 7) hace que el conjunto superior 50 de barras 54 de formación de acanaladuras pivote generalmente hacia la línea central 25 de la banda 22 para reducir de este modo la anchura del abanico (es decir, hacia la primera anchura L_1). De forma similar, el movimiento del armazón superior 86 hacia la segunda posición (es decir, la Figura 8) hace que el conjunto superior 50 de barras 54 de formación de acanaladuras pivote generalmente alejándose de la línea central 25 de la banda 22 para aumentar de este modo la anchura del abanico (es decir, hacia la tercera anchura L_3).

De igual modo, puede acoplarse una pluralidad de pistas 82B de guía inferiores, cada una a una barra respectiva del conjunto inferior 52 de barras 54 de formación de acanaladuras. Por brevedad, solo se ilustran en la Figura 10 el armazón superior 86 y la estructura asociada, aunque debe entenderse que el armazón inferior 88 puede incluir una estructura similar. Es decir, el armazón inferior 88 puede extenderse lateralmente a través de al menos una parte del conjunto superior 50 de barras 54 de formación de acanaladuras, y puede incluir una pluralidad de levas (no mostradas), tal como levas estacionarias o incluso levas de rodillo o similares, acopladas al mismo, que están dispuestas, cada una, para ser recibidas dentro de al menos una pista inferior 82B.

El armazón superior 86 puede moverse a lo largo del eje longitudinal de la banda 22, con respecto al conjunto superior de barras 54 de formación de acanaladuras, entre al menos una primera posición situada relativamente más cerca del extremo 38 de entrada (es decir, correspondiente a la primera anchura L_1 de la Figura 7) y una segunda posición situada relativamente más cerca del extremo 40 de salida (es decir, correspondiente a la primera anchura L_3 de la Figura 8), aunque también puede moverse longitudinalmente entre las mismas para ajustar infinitamente la anchura del extremo 38 de entrada a cualquier anchura deseada. Como se ha descrito anteriormente, cada uno de los armazones superior e inferior 86, 88 puede ajustar por separado e independientemente la anchura de los conjuntos superior e inferior 50, 52 de las barras 54 de formación. En otro ejemplo, el armazón inferior 88 puede estar acoplado de forma operativa al armazón superior 86, tal como mediante diversos enlaces directos o indirectos 90 (mostrados esquemáticamente en la Figura 4) para poder moverse conjuntamente entre la primera y segunda posición de las Figuras 7-8. Por ejemplo, el movimiento del armazón superior 86 hacia la segunda posición puede hacer, a través del enlace 90, que ambos conjuntos superior e inferior 50, 52 de barras 54 de formación de acanaladuras pivoten generalmente alejándose de la línea central 25 de la banda 22 para aumentar de este modo la anchura del abanico, o viceversa. En otros ejemplos, el armazón inferior 88 puede acoplarse de forma operativa al armazón superior 86 directa o indirectamente a través de un sistema de control, tal como a través de diversos motores, mecanismos de accionamiento, engranajes, etc.

Además, la distancia o espacio vertical entre el conjunto superior 50 de barras 54 de formación y el conjunto inferior 52 de barras de formación puede estrecharse o disminuir de forma general desde el extremo 38 de entrada hasta el extremo 40 de salida para formar progresivamente la geometría corrugada de la banda 22. Es decir, la distancia vertical entre los conjuntos superior e inferior 50, 52 puede ser relativamente más grande alrededor del extremo 38 de entrada, y relativamente más pequeña alrededor del extremo 40 de salida. Como se muestra en la Figura 9, las distancias

verticales pueden medirse con respecto a un punto de referencia fijo, tal como una superficie 92 de soporte o similar. En el ejemplo mostrado, la diferencia ($L_6 - L_4$) entre la distancia vertical L_6 del conjunto superior 50 y L_4 del conjunto inferior 52, en el extremo 38 de entrada, puede ser relativamente más grande que la diferencia ($L_5 - L_4$) entre la distancia vertical L_5 del conjunto superior 50 y L_4 del conjunto inferior 52, en el extremo 40 de salida.

Como se muestra, el conjunto inferior 52 puede permanecer generalmente fijo verticalmente, de modo que la distancia vertical L_4 puede ser generalmente igual entre la superficie 92 de soporte y cada extremo 38, 40. Por lo tanto, el estrechamiento entre los conjuntos superior e inferior 50, 52 puede lograrse pivotando el conjunto superior 50 con respecto al conjunto inferior 52. Cualquiera o ambos extremos 38, 40 del conjunto superior 50 pueden ajustarse de forma pivotante con respecto al conjunto inferior 52. En el ejemplo mostrado, el extremo 40 de salida permanece generalmente fijo verticalmente, mientras que el extremo 38 de entrada es ajustable verticalmente mediante el pivotamiento del conjunto superior 50 generalmente alrededor del extremo 40 de salida. Aún así, debe entenderse que cualquiera o ambos de los conjuntos superior e inferior 50, 52 pueden permanecer fijos o ajustables verticalmente en cada extremo. Por lo tanto, la distancia de estrechamiento de los conjuntos superior e inferior 50, 52 permite que la geometría de acanaladura se forme desde una forma de frecuencia baja y de amplitud relativamente alta cerca del extremo 38 de entrada hasta una forma de frecuencia alta y de amplitud relativamente baja cerca del extremo 40 de salida, correspondiente al tamaño de acanaladura deseado.

Dado que las barras 54 de formación están orientadas en un ángulo relativamente leve con respecto a la banda, puede existir poca o ninguna fuerza de tensión a superar mediante la característica de superficie antifricción de la superficie exterior 68 de las barras 54 de formación. Cuando la banda sale del primer laberinto 29 de corrugado de las barras 26 de formación de acanaladuras, la banda 22 tiene una forma generalmente sinusoidal y puede condensarse de forma sustancialmente completa en anchura (es decir, aproximadamente 1,27 metros (50 pulgadas) en el presente ejemplo). Aún así, diversos elementos de corrugado aguas abajo pueden condensar aún más la anchura de la banda 22.

Además, la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras están adaptadas para ajustarse dinámicamente mientras la banda de material de medio se mueve activamente a través del primer laberinto 29 de corrugado de modo que una parte de la banda 22 que pasa a través del mismo se mantiene a una tensión de banda sustancialmente constante en una dirección transversal a la máquina. En un ejemplo, la anchura del abanico ajustable puede ajustarse dinámicamente a través de los armazones superior e inferior 86, 88. De forma adicional o alternativa, la distancia o espacio vertical entre los conjuntos superior e inferior 50, 52 puede ajustarse dinámicamente entre el extremo 38 de entrada al extremo 40 de salida.

Cada uno de los ajustes dinámicos puede realizarse manualmente, semiautomáticamente o incluso de forma completamente automática. En un ejemplo, puede utilizarse un sistema de control automático con motores, mecanismos de accionamiento, engranajes, sensores y retroalimentación posicional en algunos o en la totalidad de los ajustes móviles. En respuesta a las señales de este sensor o sensores, el sistema de control automático puede utilizar un circuito de control de retroalimentación abierto o cerrado como es conocido en la técnica para regular el funcionamiento del aparato 20. Se reconoce que puede ser deseable un proceso iterativo de ensayo y error para descubrir valores de ajuste óptimos. En otro ejemplo, podría utilizarse incluso un circuito de control anticipativo para que el sistema de control pueda anticipar cambios en el material de medio entrante y realizar correcciones apropiadas. En otro ejemplo, el sistema de control puede interconectarse con un transductor de presión de uno del rodillo 24 de guía o de las barras 54 de formación u otro lugar para determinar dinámicamente la tensión de la banda. Tal sistema de control completamente automático puede reducir, tal como minimizar, el tiempo de cambio entre productos que tienen distintas anchuras de banda y/o geometría corrugada deseada.

Siguiendo aguas abajo y haciendo referencia a las Figuras 1-2 y 11, un par de rodillos 28, 30 de corrugado definen un segundo laberinto 31 de corrugado. Más específicamente, el par de rodillos 28, 30 de corrugado cooperan para definir, en un punto de contacto entre los mismos, el segundo laberinto 31 de corrugado entre las pluralidades respectivas y entrelazadas de dientes 94 de corrugado dispuestos en los rodillos 28, 30 de corrugado. Las pluralidades de dientes 94 de corrugado están dispuestas de forma cilíndrica a lo largo de la longitud longitudinal de cada uno de los rodillos 28, 30 para corrugar longitudinalmente la banda 22 que pasa a través del segundo laberinto 31. Las pluralidades entrelazadas de dientes 94 de corrugado reciben una geometría 96 de acanaladura intermedia (es decir, tal como la salida de los primeros o terceros laberintos de corrugado), y son eficaces para corrugar longitudinalmente, hasta una geometría 98 de acanaladura sustancialmente final, la banda 22 de material de medio de la que se tira a través del punto de contacto al rotar los rodillos 28, 30 de corrugado. Es decir, como se muestra, el segundo laberinto 31 de corrugado puede ser la estructura final para corrugar longitudinalmente la banda 22 hasta una geometría de acanaladura final deseada.

Los rodillos 28, 30 de corrugado están montados de forma adyacente y cooperan entre sí, de modo que la banda 22 pasa a través del punto de contacto y se comprime entre los mismos. Ambos rodillos 28, 30 están fijados para su rotación en ejes respectivos sustancialmente paralelos, y conjuntamente definen un recorrido sustancialmente serpenteante o sinusoidal o un laberinto 31 de corrugado en el punto de contacto entre los mismos. Por ejemplo, del mismo modo que el primer laberinto 29 de corrugado, los dientes 94 de los rodillos 28, 30 pueden intercalarse para definir el segundo laberinto 31 de corrugado. Es decir, el segundo laberinto 31 de corrugado se produce mediante un primer conjunto de dientes 94 de corrugado dispuestos de forma cilíndrica dispuestos a lo largo de la longitud

longitudinal de un rodillo 28 que son recibidos dentro de los valles definidos entre un segundo conjunto de dientes de corrugado dispuestos de forma cilíndrica (no mostrados) dispuestos a lo largo de la longitud longitudinal del otro rodillo 30, y viceversa. Ambos conjuntos de dientes 94 se utilizan de modo que los dientes individuales abarcan la totalidad de la longitud de los respectivos rodillos 28, 30, o al menos la anchura de la banda 22 que atraviesa el segundo laberinto 31 de corrugado entre los mismos, de modo que pueden producirse corrugados de anchura completa en esa banda 22 a medida que los dientes 94 se entrelazan entre sí en el punto de contacto al rotar los rodillos.

Los rodillos 28, 30 de corrugado se hacen girar en direcciones angulares opuestas, de modo que se tira de la banda 22 de material de medio a través del punto de contacto, y es forzada a pasar por el segundo laberinto 31 de corrugado definido entre los conjuntos opuestos y entrelazados de dientes 94 de corrugado. Al salir del punto de contacto (y del laberinto 31 de corrugado), como entenderán los expertos en la técnica, el material 22 de medio tiene una forma corrugada en una geometría sustancialmente final; es decir, una sección transversal longitudinal sustancialmente serpenteante que tiene picos y valles de acanaladura opuestos en lados o caras opuestos del material 22 de medio. Además, el control preciso de la tensión aguas abajo también puede seleccionarse ajustando la velocidad radial (y, por lo tanto, la velocidad lineal de la superficie) de los rodillos 28, 30 de corrugado.

El aparato 20 puede incluir además una estructura adicional. Volviendo ahora a las Figuras 1-2 y 12-13, puede disponerse un dispositivo 100 de formación fijo entre la pluralidad de barras 26 de formación de acanaladuras y el par de rodillos 28, 30 de corrugado. El dispositivo 100 de formación fijo puede definir un tercer 106 laberinto de corrugado efectivo para corrugar longitudinalmente, hasta una geometría casi final, la banda 22 de material de medio de la que se tira a través del mismo. Los elementos del dispositivo 100 de formación fijo tienen una anchura W y permanecen generalmente fijos, de modo que la anchura W generalmente no es ajustable. Por lo tanto, puede producirse un movimiento transversal reducido, tal como nulo, de la banda 22 que pasa a través del dispositivo 100 de formación fijo. En cambio, la anchura final de la banda 22 puede permanecer generalmente constante antes y después del dispositivo 100 de formación fijo, mientras que la altura de las acanaladuras se reduce adicionalmente hacia una geometría de acanaladura final. La altura vertical entre los elementos puede ser ajustable, o también puede ser no ajustable. Debido a que los elementos del dispositivo 100 de formación fijo pueden ser no ajustables, es posible retirar diferentes conjuntos de elementos y sustituirlos por cada anchura de banda deseada y/o geometría de acanaladura corrugada final deseada. En otros casos, el dispositivo 100 de formación fijo puede no utilizarse, tal como cuando una anchura de banda deseada supera la anchura máxima W del dispositivo 100. Cuando se usa un dispositivo 100 de formación fijo, el recorrido de desplazamiento de la banda para el material de medio sigue un recorrido alrededor de una parte de una superficie circunferencial exterior del rodillo de guía, a través del primer laberinto de corrugado, a través del tercer laberinto de corrugado y, finalmente, a través del segundo laberinto de corrugado.

Por lo tanto, a diferencia del dispositivo de formación segmentado, que tiene un ángulo de formación ajustable para acomodar diferentes relaciones de ondulación de acanaladura, el dispositivo 100 de formación fijo puede tener una geometría de formación de acanaladuras fija. Para acomodar diversos tamaños de acanaladura, el dispositivo 100 de formación fijo puede sustituirse de la forma adecuada, conjuntamente con los rodillos 28, 30 de corrugado corriente abajo. El dispositivo 100 de formación de acanaladuras fijo puede incluir dos formas mecanizadas que tengan el patrón sinusoidal grande en el extremo de entrada, y el patrón de acanaladuras final en el extremo de salida. Las dos formas mecanizadas son generalmente similares, y se disponen sobre la banda de cartón y debajo de la misma.

Más específicamente, el dispositivo 100 de formación fijo puede incluir una matriz superior 102 dispuesta sobre la banda 22 de material de medio y una matriz inferior 104 dispuesta debajo de la banda 22 de material de medio. Cada una de las matrices superior e inferior 102, 104 puede incluir dientes 108 de formación de acanaladuras fijos que se intercalan para definir el tercer laberinto 106 de corrugado. Es decir, puede interconectarse o entrelazarse una parte de superficie generalmente redondeada de dientes adyacentes 108 de las matrices superior e inferior 102, 104 para definir el tercer laberinto 106 de corrugado, que se extiende a lo largo de la anchura transversal W del dispositivo 100 de formación fijo. En efecto, la banda 22 de cartón que pasa a través del tercer laberinto 106 pasará de forma alternativa por encima y por debajo de los dientes 108 adyacentes para formar las acanaladuras hasta una geometría casi final que puede refinarse adicionalmente aguas abajo mediante los rodillos 28, 30.

La superficie de las matrices superior e inferior 102, 104 puede incluir una característica de superficie antifricción para reducir de este modo las fuerzas de fricción sobre la banda 22 a medida que pasa a través del tercer laberinto 106 de corrugado. En un ejemplo, una parte de las matrices superior e inferior 102, 104 puede incluir una estructura de contacto cero que puede funcionar para soportar dicha banda 22 de material de medio a una altura variable sobre las mismas en un cojín de aire que se emite a través de aberturas 110 dispuestas sobre una superficie 112 exterior de la parte de las matrices superior e inferior 102, 104 y a través de la misma. Es posible disponer una pluralidad de aberturas 110 de diversas formas, que pueden extenderse parcial o completamente a lo largo de la anchura W de una matriz superior e inferior 102, 104 respectiva.

Las matrices superior e inferior 102, 104 pueden ser superficies de contacto cero que pueden funcionar para soportar la banda de material de medio a una altura variable sobre su superficie 112 en un cojín de fluido (es decir, aire o vapor) que se emite a través de las aberturas 110. El cojín forma un engrasado de aire (es decir, lubricación) que puede reducir, tal como eliminar, el contacto de fricción de deslizamiento entre la banda 22 y los dientes 108. El fluido presurizado, tal como aire, puede suministrarse a una o más aberturas 114 acopladas herméticamente a una parte de

las matrices superior e inferior 102, 104. Las aberturas 114 pueden estar directa o indirectamente en comunicación de fluidos con las aberturas 110, tal como a través de un colector abierto 116 dispuesto en el interior de las matrices superior e inferior 102, 104. De nuevo, "contacto cero" no pretende implicar que nunca haya contacto (es decir, literalmente "cero" contacto) entre la superficie de contacto cero y la banda, tal como puede ocurrir, por ejemplo, debido a fluctuaciones transitorias o momentáneas en la tensión de banda media.

De forma adicional o alternativa, la característica de superficie antifricción de la superficie 112 de las matrices superior e inferior 102, 104 puede incluir varias estructuras adicionales. En un ejemplo, la parte 112 de superficie puede ser pulida o electropulida para reducir las fuerzas de fricción sobre el papel a medida que pasa a través del tercer laberinto 106 de corrugado. En otro ejemplo, la parte 112 de superficie puede recubrirse con un recubrimiento de liberación o antifricción, tal como teflón o similar, para reducir las fuerzas de fricción. En otro ejemplo adicional, la parte 112 de superficie puede tratarse para crear un recubrimiento de superficie dura tal como el que se obtiene mediante recubrimiento de conversión de óxido negro, anodización, pulverización con llama, recubrimientos de deposición, recubrimiento cerámico, cromado u otros tratamientos superficiales similares para reducir las fuerzas de fricción.

Los dos patrones del dispositivo 100 fijo de formación de acanaladuras pueden mezclarse entre sí (p. ej., en transición) de modo que a medida que la banda de cartón pasa entre las matrices superior e inferior 102, 104 la forma sinusoidal cambia gradualmente, correspondiendo al tamaño de acanaladura deseado. Dado que el cambio es gradual y las fuerzas aplicadas en la banda son generalmente paralelas a la fuerza de tensión de la banda de cartón, se produce poco o ningún daño en la banda. Más específicamente, la distancia o espacio vertical entre las matrices superior e inferior 102, 104 puede estrecharse o disminuir generalmente desde un extremo 118 de entrada hasta un extremo 120 de salida para formar progresivamente la geometría corrugada de la banda 22. Es decir, la distancia vertical entre las matrices superior e inferior 102, 104 puede ser relativamente más grande alrededor del extremo 118 de entrada, y relativamente más pequeña alrededor del extremo 120 de salida. El estrechamiento puede lograrse mediante una geometría 122 en rampa en cualquiera o ambas de las matrices superior e inferior 102, 104. Aún así, debe entenderse que cualquiera o ambas de las matrices superior e inferior 102, 104 pueden permanecer fijas o incluso pueden ser ajustables verticalmente. Por lo tanto, la distancia de estrechamiento de las matrices superior e inferior 102, 104 permite que la geometría de acanaladura se forme desde una forma de frecuencia baja y de amplitud relativamente alta cerca del extremo 118 de entrada hasta una forma de frecuencia alta y de amplitud relativamente baja cerca del extremo 120 de salida, correspondiente al tamaño de acanaladura deseado.

La banda sale del dispositivo 100 de formación fijo con una forma casi final, de modo que cuando pasa a través de los rodillos 28, 30 de corrugado aguas abajo, se produce poca o ninguna fuerza de estiramiento o picos de tensión aplicados en la banda por los rodillos 28, 30 de corrugado. Como se ha descrito anteriormente, los rodillos 28, 30 de corrugado corriente abajo pueden tener cada uno una geometría acanalada similar a la del dispositivo 100 de formación fijo para mantener, o incluso refinar adicionalmente, la forma de acanaladura final. Como resultado de ello, este proceso puede reducir significativamente la reducción de resistencia experimentada por la banda de cartón en comparación con un proceso convencional, que puede experimentar picos de tensión de hasta un 400 % de la tensión de funcionamiento.

Siguiendo aguas abajo desde los rodillos 28, 30 de corrugado finales y haciendo referencia en este caso a las Figuras 1-2 y 14-16, la banda 22 de material puede procesarse adicionalmente de diversas formas. En un ejemplo, un rodillo 130 de corrugado final puede tener una geometría acanalada similar a la de los rodillos 28, 30 de corrugado, mientras que un rodillo 132 de una sola cara, tal como un rodillo de presión, puede utilizarse para aplicar una lámina 134 de cara en la banda corrugada 22 para formar un cartón corrugado 136 de una sola cara. De forma adicional o alternativa, uno o más rodillos adicionales (no mostrados) pueden aplicar otras láminas de cara (no mostradas), tal como para formar un cartón corrugado de doble cara (no mostrado). De forma alternativa, la banda corrugada 22 sola puede almacenarse o si no procesarse.

El cartón corrugado 136 de una sola cara producido por el aparato 20 puede almacenarse o utilizarse adicionalmente en el proceso de fabricación. De forma adicional o alternativa, el cartón corrugado 136 de una sola cara puede formarse continuamente en un diseño de pared doble/triple/cuádruple, etc. para aumentar la resistencia. Por ejemplo, como se muestra en la vista esquemática de la Figura 14, puede producirse una primera lámina 136A de una sola cara mediante un primer aparato 140 (es decir, similar al aparato 20), mientras que una segunda lámina 136B de una sola cara puede producirse mediante un segundo aparato 142 (es decir, también similar al aparato 20). Por lo tanto, cada uno del primer y segundo aparatos 140, 142 puede producir cada uno cartón corrugado linealmente similar, e incluso puede disponerse verticalmente, como se muestra. Debe entenderse que la Figura 14 se ilustra esquemáticamente, y como tal, las láminas 136A, 136B de una sola cara se ilustran de forma que se demuestren los conceptos descritos en la presente memoria. En funcionamiento real, las acanaladuras de las láminas 136A, 136B de una sola cara se extenderían longitudinalmente desde las máquinas 140, 142 (es decir, en la dirección de la máquina). La primera y segunda láminas 136A, 136B de una sola cara producidas de este modo pueden acoplarse entre sí de varias formas para formar diversos diseños de doble pared. La disposición vertical de dos aparatos 140, 142 puede facilitar la formación de cualquiera de los paneles 150, 160 descritos más adelante, ya que tal disposición puede permitir obtener una mayor precisión de alineación entre las láminas 136A, 136B de una sola cara. Aunque se describen láminas de una sola cara, debe entenderse que pueden utilizarse diversos estilos adicionales (es decir, láminas de doble/triple cara) para formar diversos diseños de pared doble/triple/cuádruple, etc.

En un ejemplo, como se muestra esquemáticamente en la Figura 15, la primera y segunda láminas 136A, 136B de una sola cara producidas de este modo pueden acoplarse entre sí para formar continuamente un único panel 150 corrugado multicapa, estando las dos láminas 136A, 136B de una sola cara unidas entre sí en las puntas de las acanaladuras. Es decir, las acanaladuras 144 de la primera lámina 136A de una sola cara pueden unirse directamente a las acanaladuras 146 de la segunda lámina 136B de una sola cara, en las puntas de las acanaladuras, mediante diversos pegamentos/adhesivos 148. Por lo tanto, una unión de acanaladura a acanaladura (p. ej., una acanaladura "X") que puede eliminar una pared doble interior.

5 En otro ejemplo, como se muestra esquemáticamente en la Figura 16, la primera y segunda láminas 136A, 136B de una sola cara producidas de este modo pueden acoplarse entre sí para formar de forma continua un único panel 160 corrugado multicapa, con las dos láminas 136A, 136B de una sola cara dispuestas formando un ángulo entre sí. Por ejemplo, en el ejemplo mostrado, las dos láminas 136A, 136B de una sola cara están dispuestas generalmente perpendiculares entre sí (es decir, las acanaladuras 144 son generalmente perpendiculares a las acanaladuras 146), aunque también pueden utilizarse otros ángulos distintos. Puede disponerse una pared interior 162 entre las dos láminas 136A, 136B de una sola cara mediante diversos pegamentos/adhesivos. Por lo tanto, puede formarse un diseño 160 de acanaladura cruzada de doble pared para aumentar la resistencia. Es decir, cada capa de acanaladuras puede estar orientada en un ángulo con respecto a las capas adyacentes para obtener resistencia a través de múltiples vectores de fuerza.

10 20 Volviendo brevemente a la Figura 14, pueden utilizarse varias estructuras para crear las estructuras de las Figuras 15-16. Por ejemplo, uno o más elementos interiores 170 pueden aplicar adhesivo en las puntas de las acanaladuras para formar el panel 150 de acanaladura a acanaladura. En otro ejemplo, el elemento interior 170 puede aplicar la capa interior 162 y/o adhesivos para formar el panel 160 de acanaladura cruzada. De forma adicional o alternativa, varios rodillos 172 o similares pueden guiar las dos láminas 136A, 136B de una sola cara, y/o incluso pueden utilizarse como rodillos de presión para aplicar una de las láminas 136A en la otra lámina 136B. Además, debe entenderse que las láminas 136A, 136B de una sola cara individuales no necesitan formarse utilizando el mismo proceso o aparato, y que pueden unirse entre sí diversos tipos de láminas.

15 25 30 35 40 El aparato 20 y el proceso de corrugado de la presente solicitud pueden permitir obtener algunos resultados muy ventajosos, que incluyen, aunque no de forma limitativa, los siguientes: (1) El proceso reduce significativamente la reducción de resistencia experimentada por la banda de cartón en comparación con un proceso convencional, que puede experimentar picos de tensión de hasta un 400 % de la tensión de funcionamiento; (2) La resistencia de la pared doble puede ser igual o superior a la pared triple actual o la pared triple producida con un peso base muy reducido; (3) La pared triple puede ser igual o superior a las 4 paredes actuales o las 4 paredes producidas con un peso base muy reducido; (4) Un panel laminado de 4 o 5 paredes con dos secciones de acanaladuras cruzadas resultarían muy resistentes o podrían realizarse con un peso base muy reducido; (5) Mayor resistencia a la rotura incluso con pesos base inferiores debido a que el aplicador de revestimiento aplica una película continua en los revestimientos; y (6) la posibilidad de añadir resistencia a la humedad a los revestimientos ya que el adhesivo puede aplicarse como una película continua.

45 También pueden utilizarse diversas otras técnicas de corrugado con el aparato 20 y el proceso de acanalado lineal descritos anteriormente para aumentar adicionalmente la resistencia del cartón corrugado. Por ejemplo, el cartón corrugado puede formarse con un adhesivo frío (p. ej., a temperatura ambiente o cerca de la misma) de modo que pueda requerirse poca o ninguna energía de secado. De forma adicional o alternativa, el adhesivo frío puede aplicarse como una película relativamente delgada que se une al corrugado mediante pulsos de presión a medida que sale del aplicador de caras individuales.

50 55 Debe entenderse que los nombres utilizados para las etapas específicas de un aparato 20 de corrugado en la presente memoria son simplemente por conveniencia y facilidad de referencia para el lector, para que pueda seguir más fácilmente la presente descripción y los dibujos asociados. De ningún modo se pretende que cada una de estas etapas o "máquinas" deba ser una máquina o dispositivo individual, separado o unitario, o que los elementos específicos deban disponerse juntos o en asociación cercana con los otros elementos descritos en la presente memoria con respecto a una etapa o 'máquina' particular. Se contempla que diversos elementos del aparato 20 de corrugado descrito puedan reorganizarse o situarse en asociación con elementos iguales o distintos a lo descrito en la presente memoria.

60 La invención se ha descrito con referencia a las realizaciones ilustrativas descritas anteriormente. Tras la lectura y comprensión de esta memoria descriptiva serán posibles modificaciones y alteraciones. Las realizaciones ilustrativas que incorporan la invención pretenden incluir todas estas modificaciones y alteraciones en la medida en que estén dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para formar una banda corrugada longitudinalmente, que comprende:

5 en primer lugar, guiar una banda (22) de material de medio alrededor de una parte de una superficie circunferencial exterior de un rodillo (24) de guía, en donde una parte (42) del rodillo (24) de guía es móvil de forma ajustable con respecto a otra parte (46) del rodillo (24) de guía de forma que una longitud de recorrido de una parte (34) de borde de la banda (22) se acorta con respecto a una longitud de recorrido de una parte central (36) de la banda después de abandonar el rodillo (24) de guía;

10 a continuación, tirar de la banda (22) de material de medio a través de una pluralidad de barras (26) de formación de acanaladuras orientadas generalmente a lo largo de un eje longitudinal de la banda para definir un primer laberinto (29) de corrugado para corrugar longitudinalmente la banda (22) de material de medio, en donde la pluralidad de barras (26) de formación de acanaladuras incluyen un conjunto superior (50) de barras de formación de acanaladuras dispuestas sobre la banda (22) de material de medio, y un conjunto inferior (52) de barras de formación de acanaladuras dispuestas debajo de la banda (22) de material de medio, en donde los conjuntos superior e inferior (50, 52) de barras de formación de acanaladuras se intercalan para definir el primer laberinto (29) de corrugado; ajustar dinámicamente la distancia o espacio vertical entre los conjuntos superior e inferior (50, 52) entre un extremo (38) de entrada al extremo (40) de salida de la pluralidad de barras (26) de formación de acanaladuras mientras la banda (22) de material de medio se mueve activamente a través del primer laberinto (29) de corrugado.

15

20
2. El método de la reivindicación 1, en donde una tensión dirigida longitudinalmente se aplica generalmente de forma constante a través del ancho de la banda (22) a medida que la banda (22) se desplaza en la dirección de la máquina.
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además, después de la introducción de acanaladuras en dicha banda (22), introducir en la misma corrugados longitudinales que tienen una amplitud inferior y una frecuencia superior a dichas acanaladuras pivotando el conjunto superior (50) de barras de formación de acanaladuras con respecto al conjunto inferior (52) de barras de formación de acanaladuras para reducir la distancia entre los conjuntos superior e inferior (50, 52) del extremo (38) de entrada al extremo (40) de salida.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una parte de las barras (26) de formación de acanaladuras funciona para soportar la banda (22) de material de medio a una altura variable sobre las mismas en un cojín de fluido emitido a través de aberturas (70) dispuestas sobre una superficie exterior (68) de la parte de las barras (26) de formación de acanaladuras y a través de la misma.
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde, cuando la banda (22) sale del primer laberinto (29) de corrugado de las barras (26) de formación de acanaladuras, la banda (22) está en una forma generalmente sinusoidal.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además, después de tirar de la banda (22) de material de medio a través del primer laberinto (29) de corrugado, tirar a continuación de la banda (22) de material de medio a través de un par de rodillos (28, 30) de corrugado que cooperan para definir, en un punto de contacto entre los mismos, un segundo laberinto (31) de corrugado entre pluralidades respectivas y entrelazadas de dientes (94) de corrugado dispuestos en los rodillos (28, 30) de corrugado, en donde las pluralidades de dientes (94) de corrugado se disponen de forma cilíndrica a lo largo de cada uno de los rodillos (28, 30), en donde dichas pluralidades entrelazadas de dientes (94) de corrugado son efectivas para corrugar longitudinalmente la banda (22) de material de medio de la que se tira a través de dicho punto de contacto al rotar los rodillos (28, 30) de corrugado.

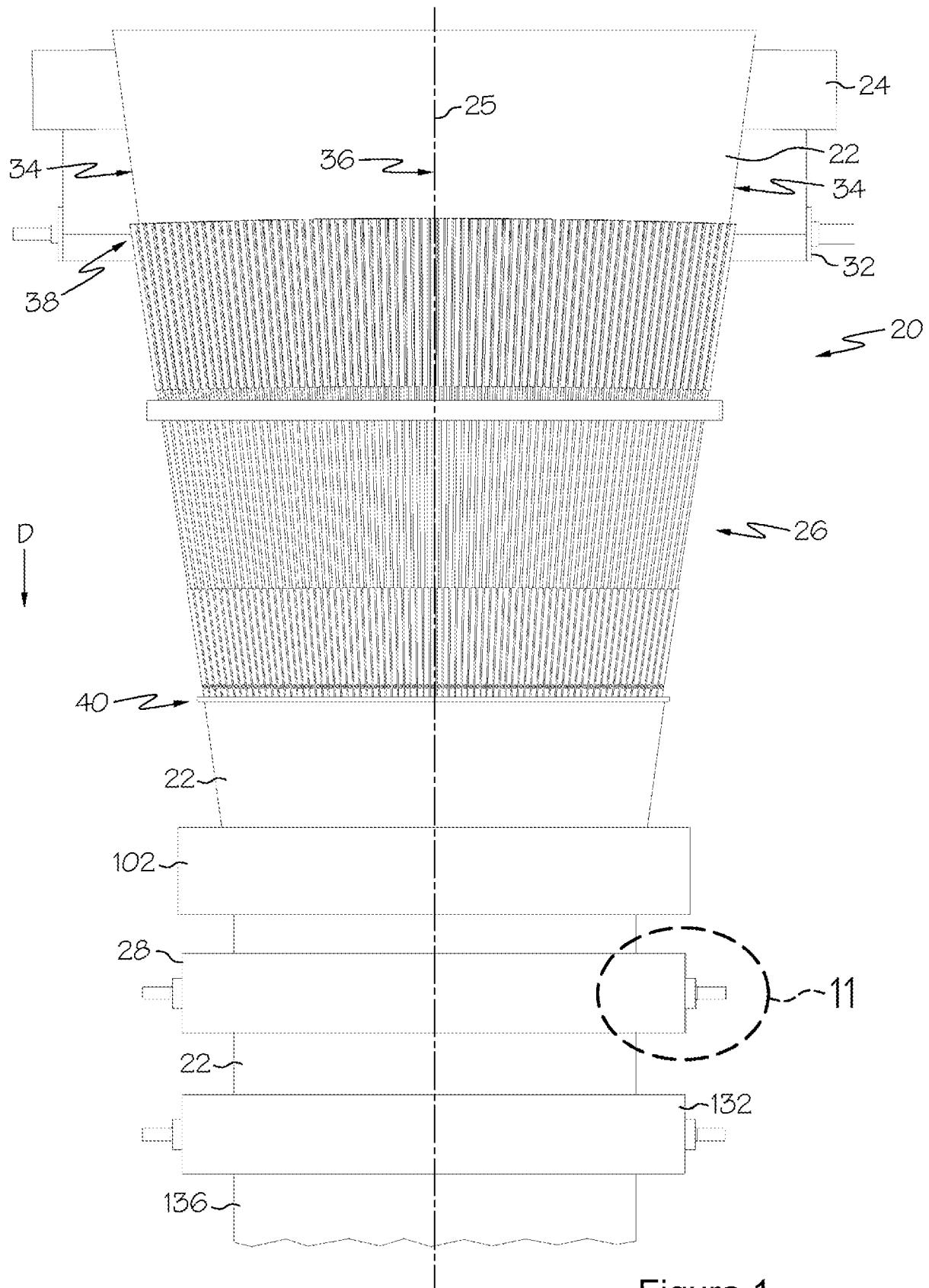


Figura 1

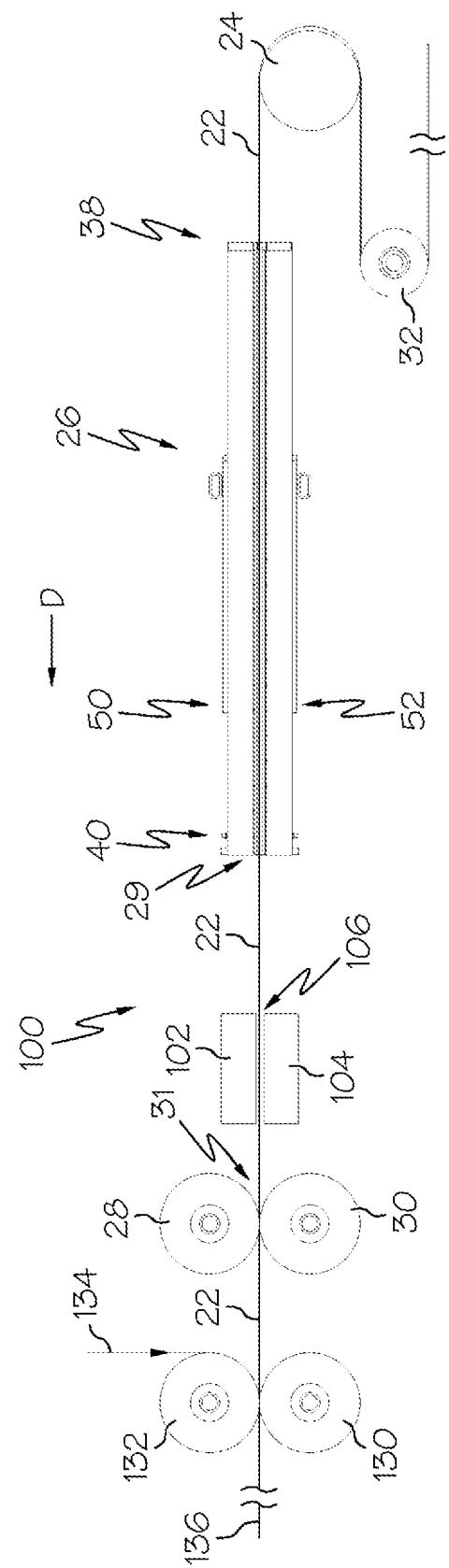


Figura 2

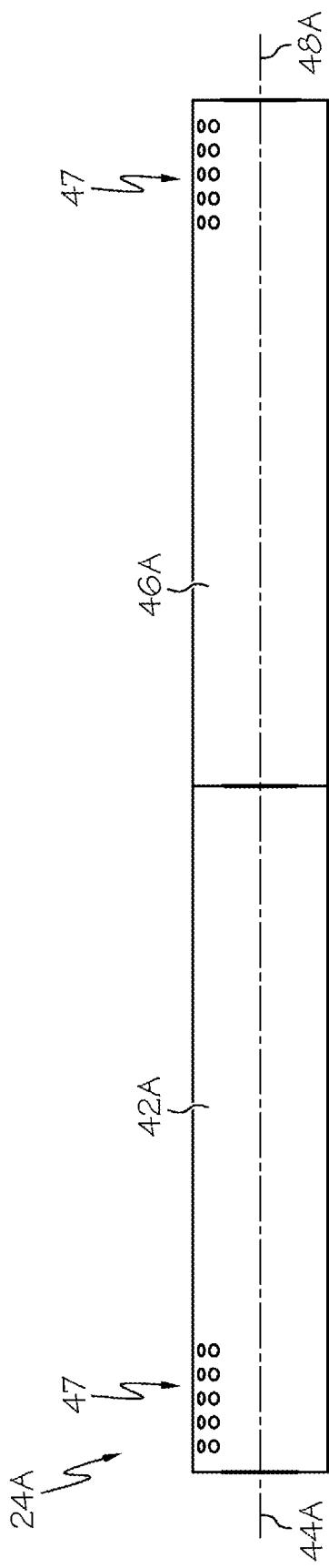


Figura 3A

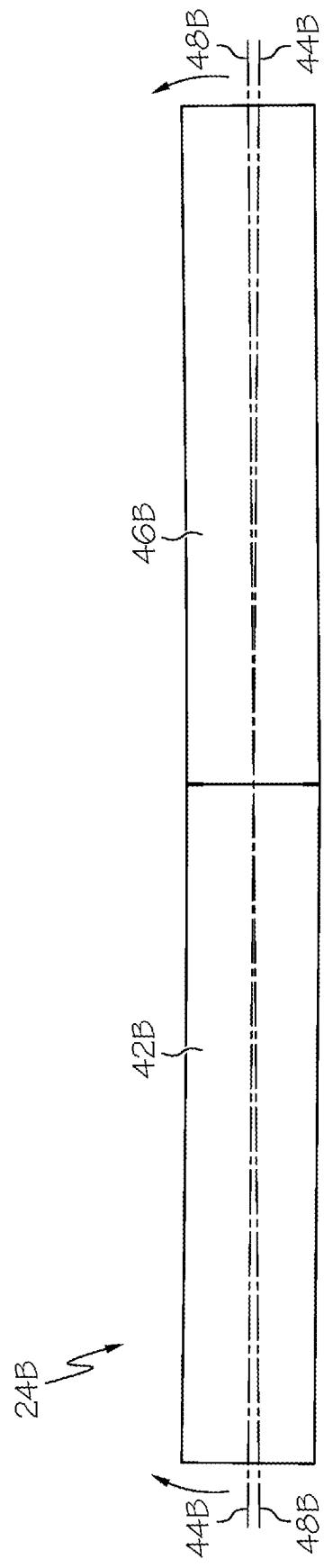


Figura 3B

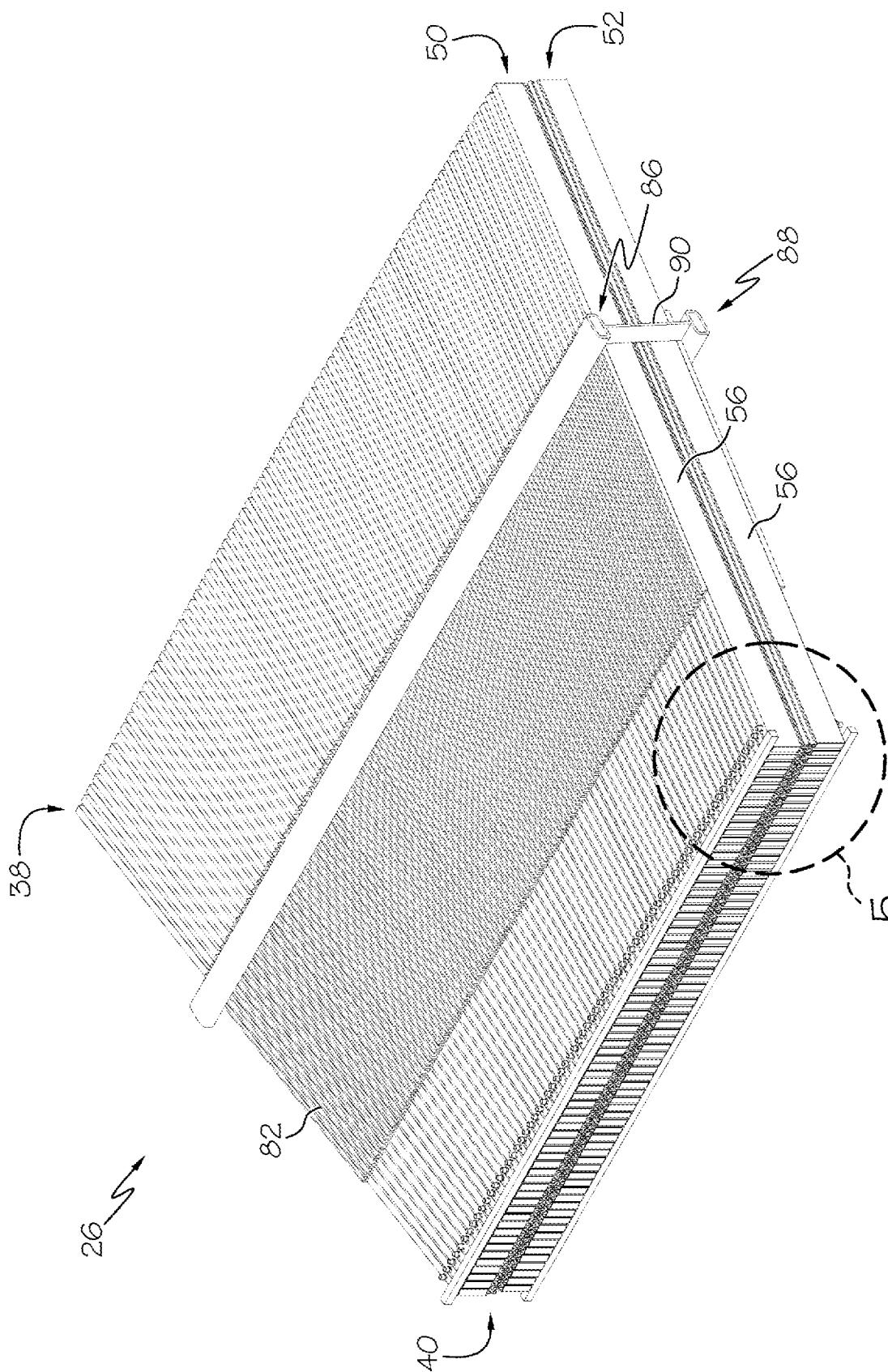


Figura 4

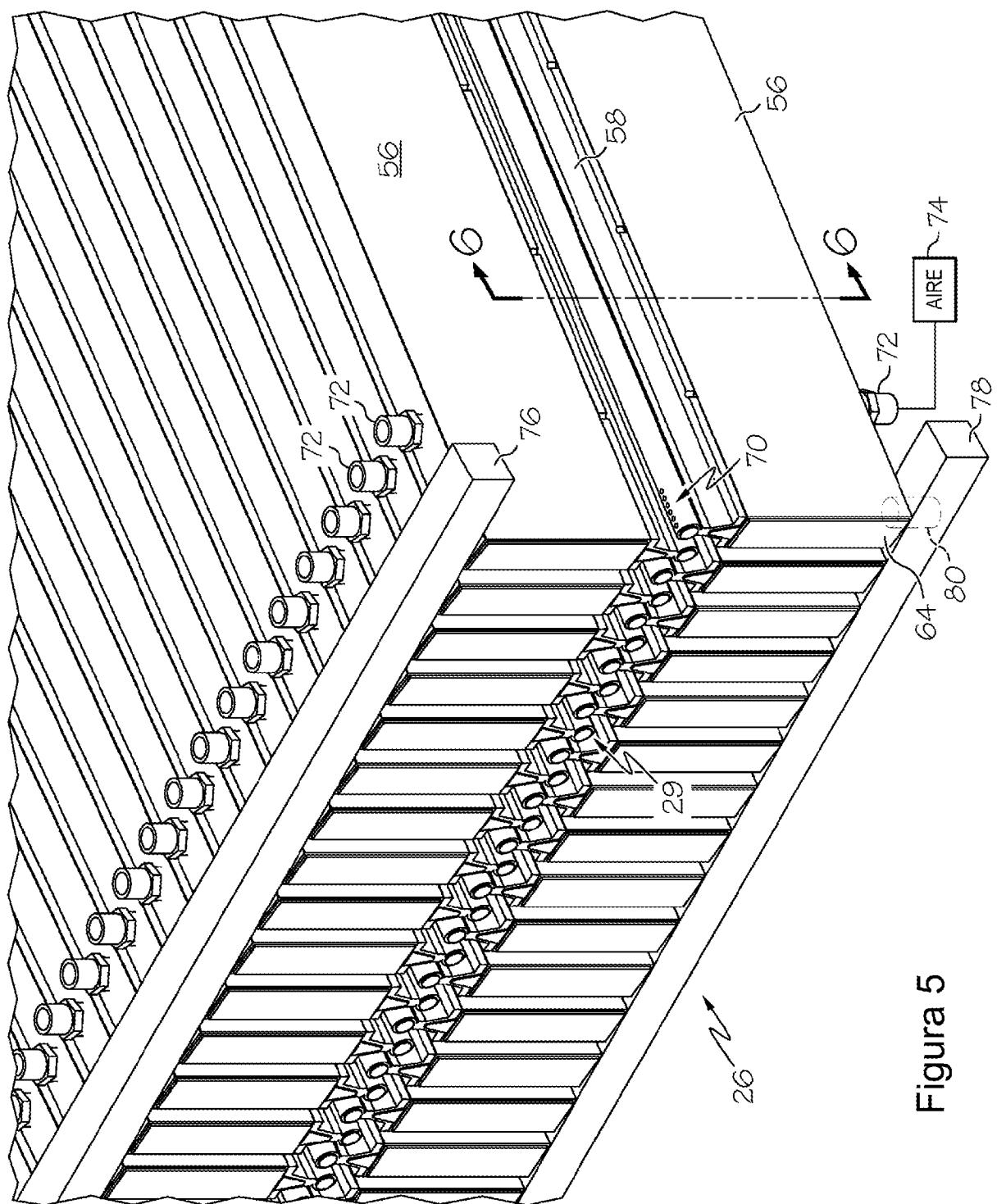


Figura 5

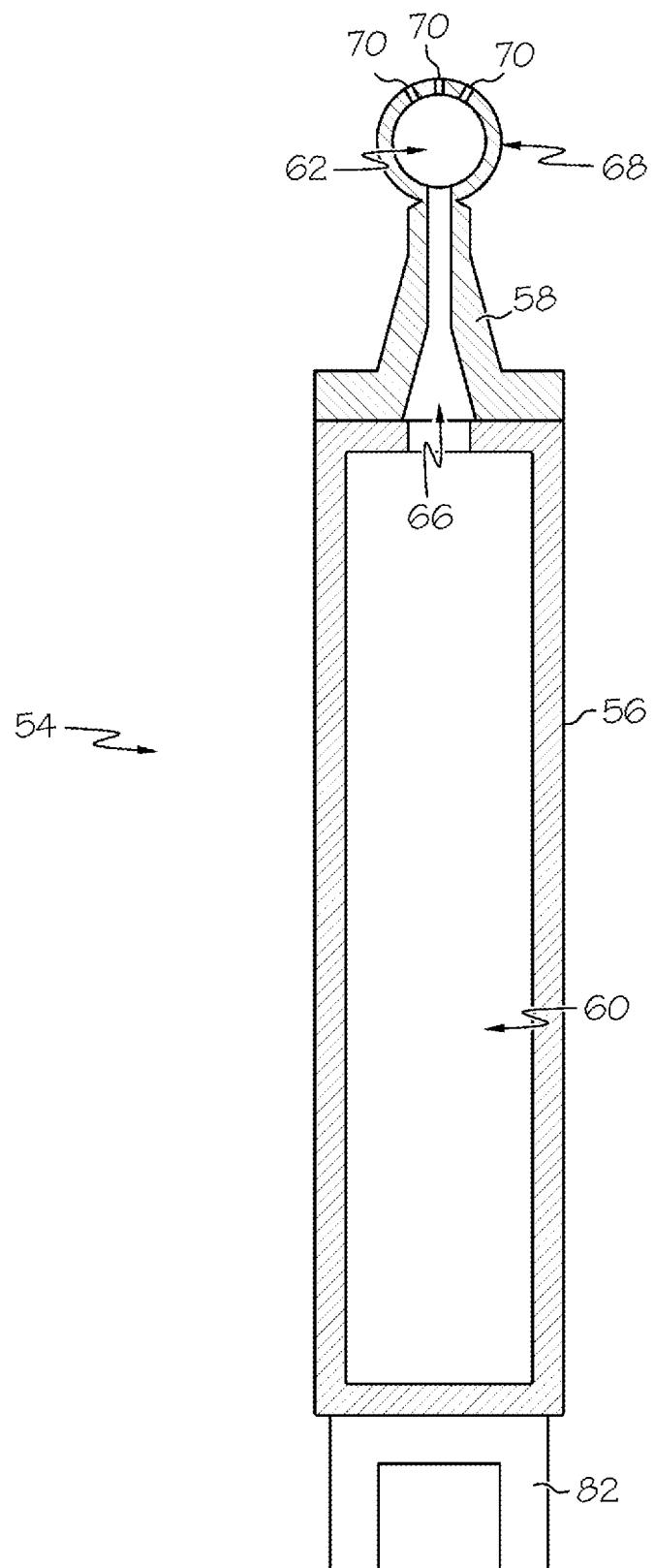


Figura 6

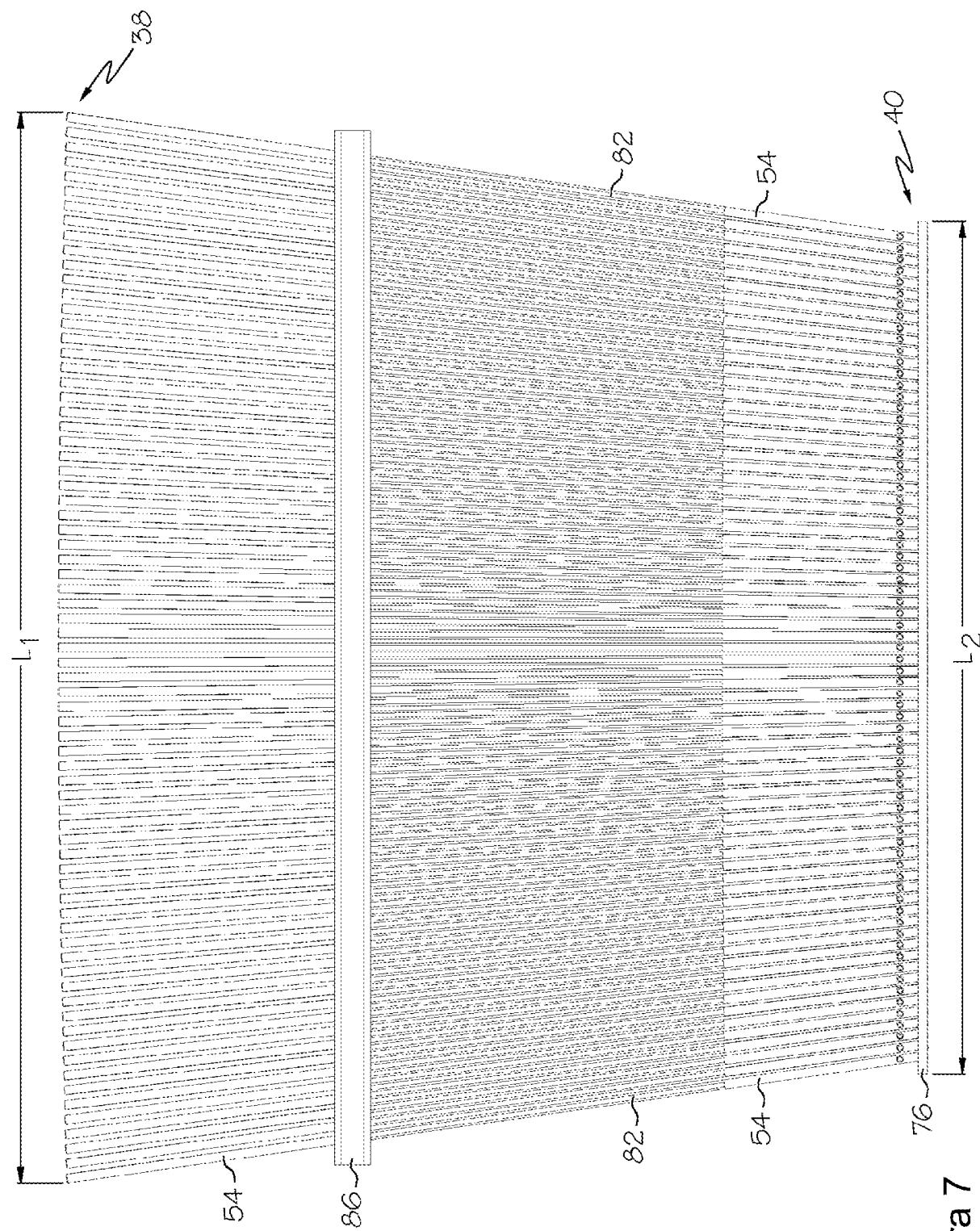


Figura 7

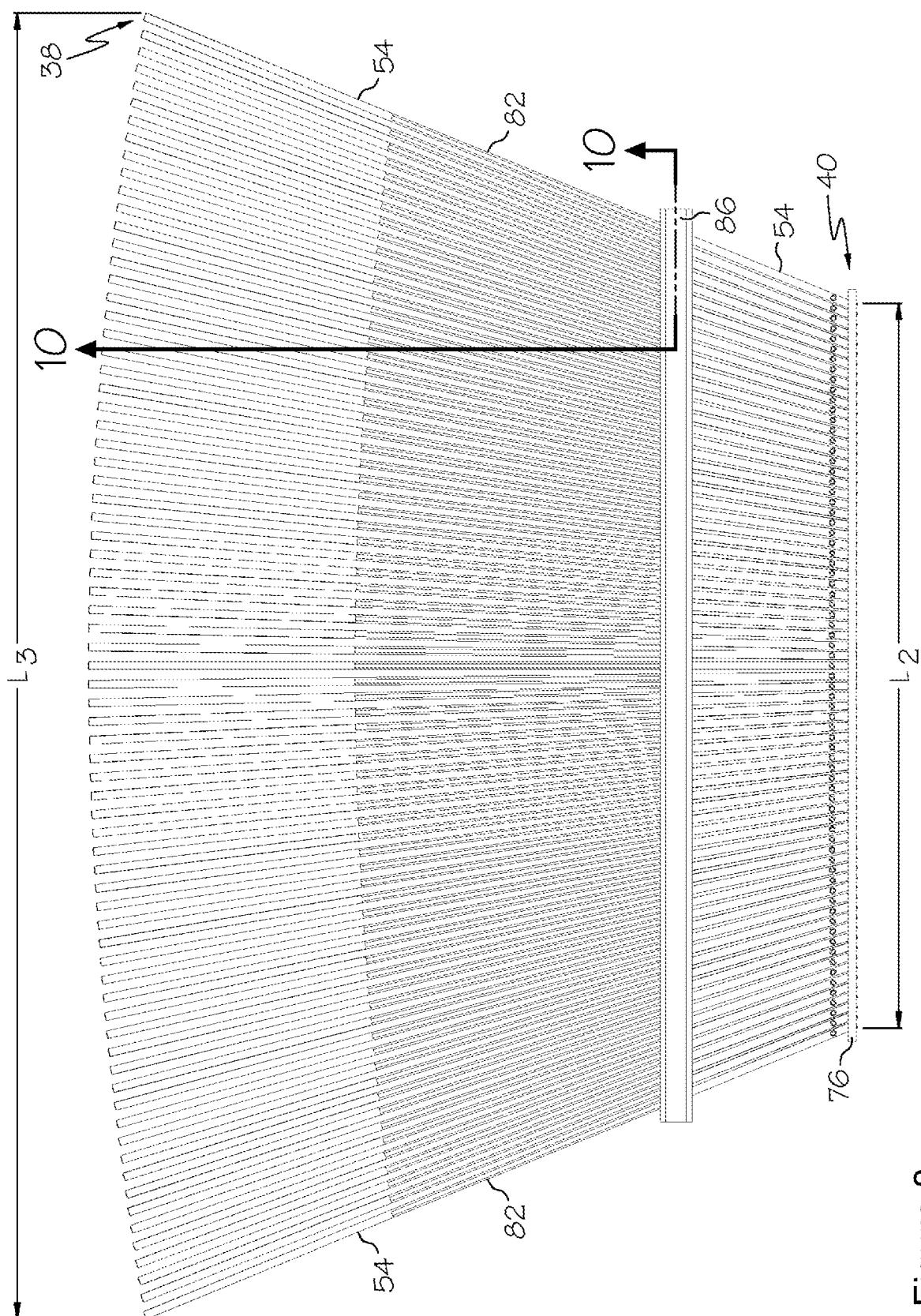


Figura 8

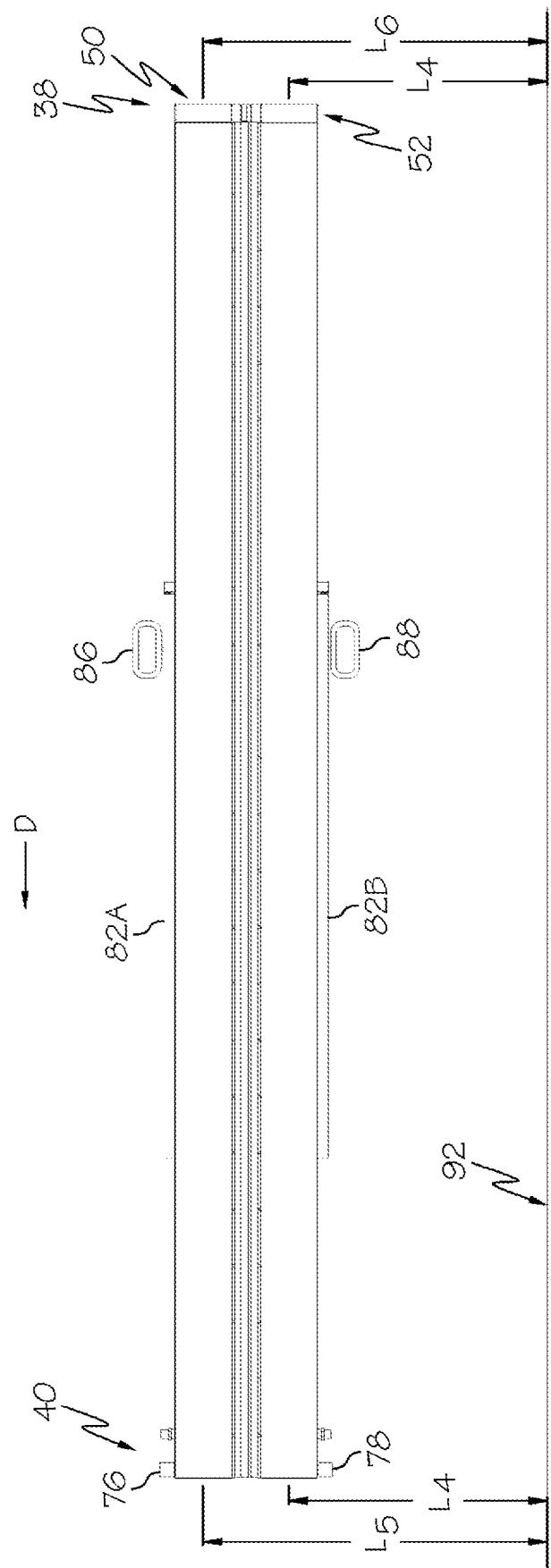


Figura 9

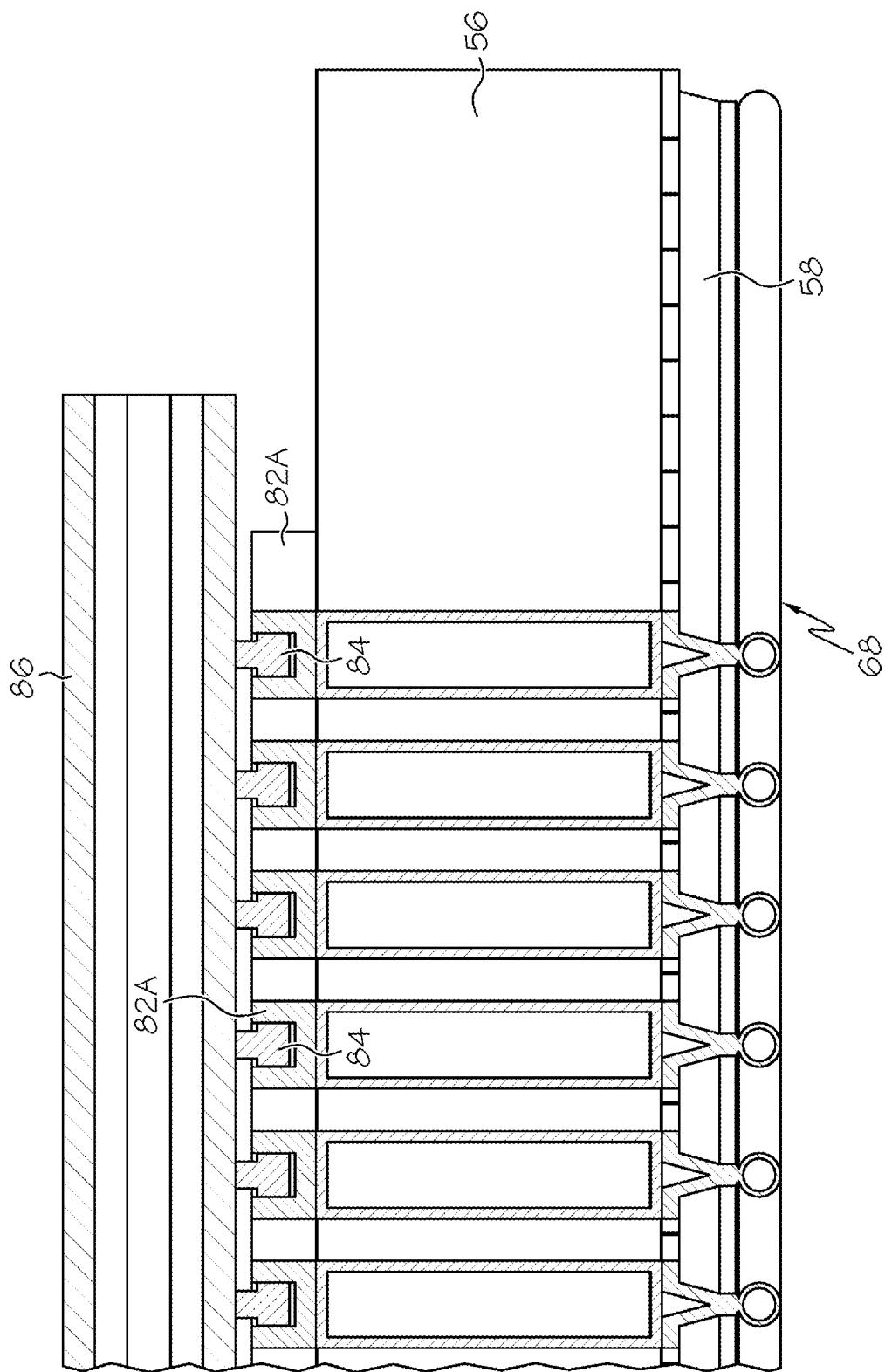


Figura 10

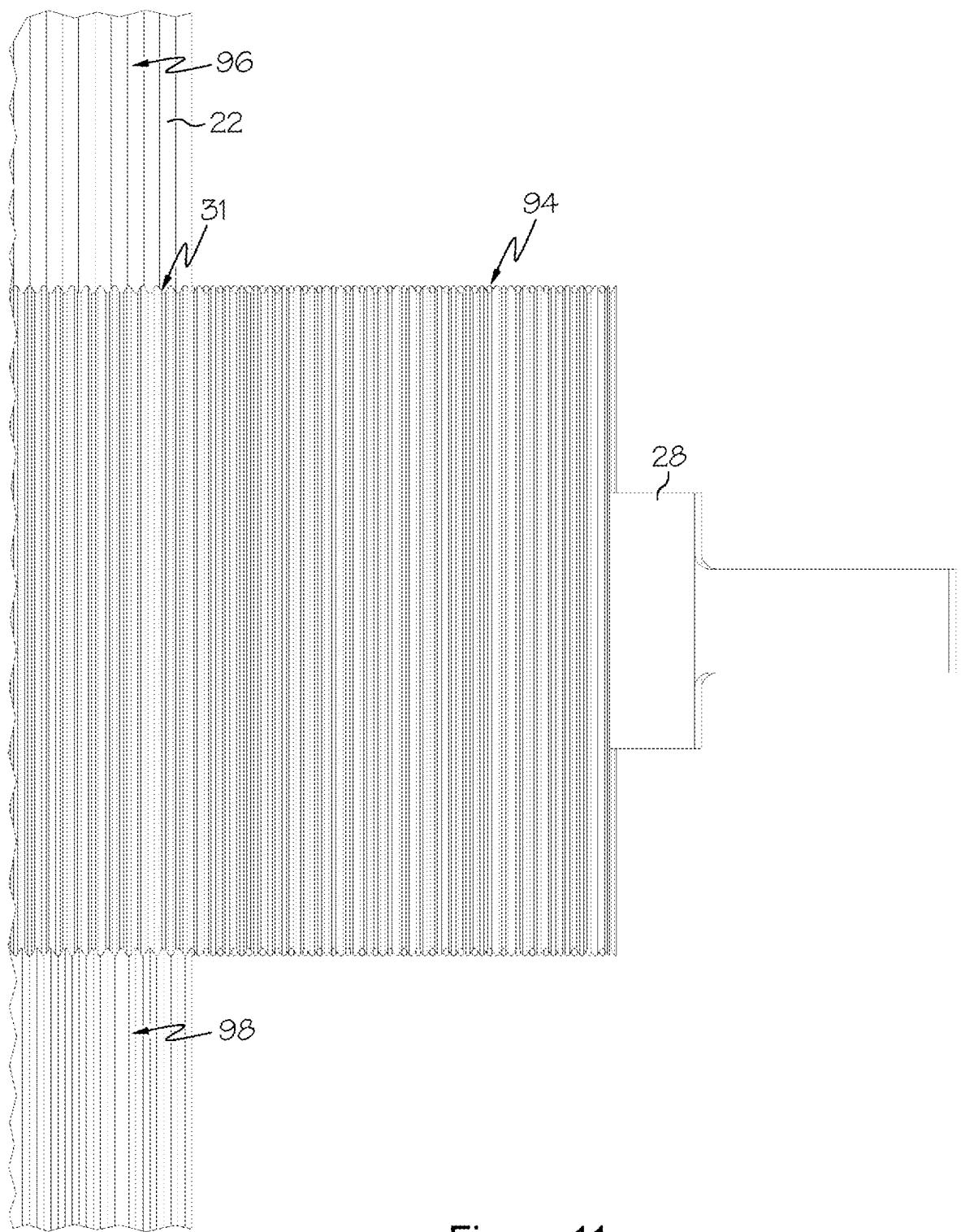


Figura 11

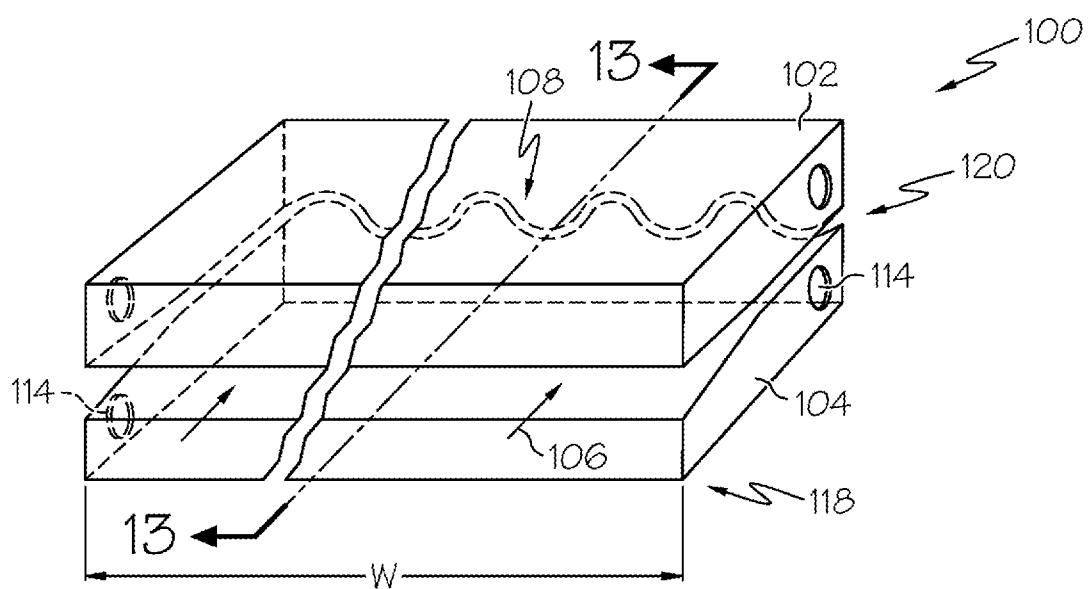


Figura 12

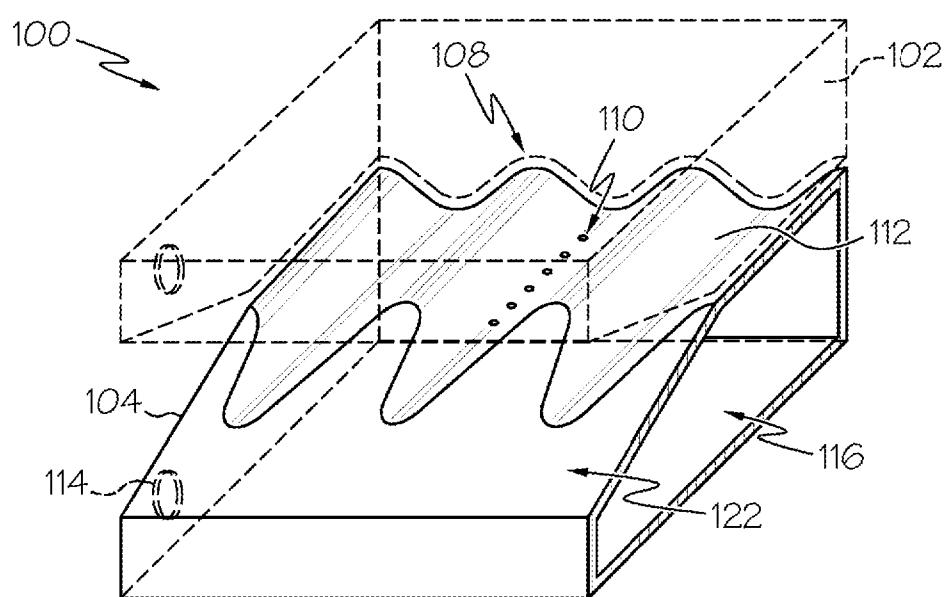


Figura 13

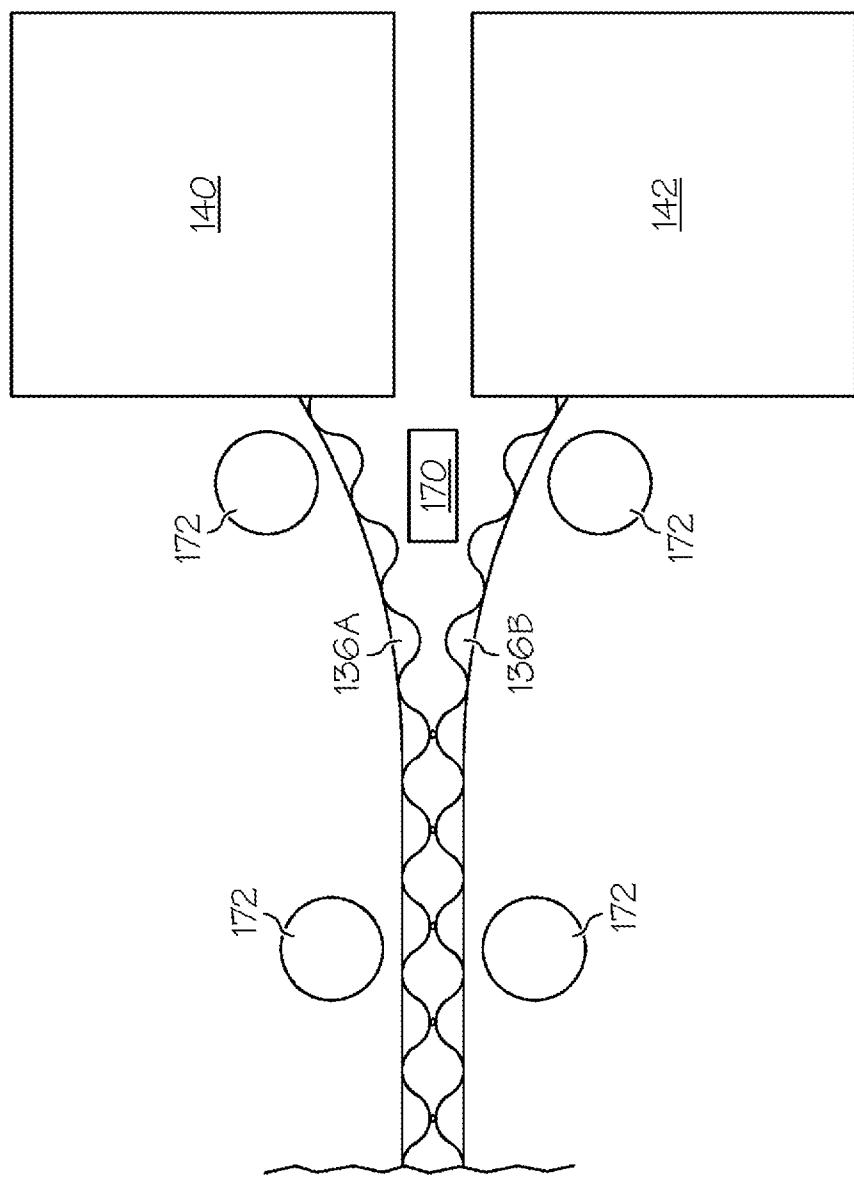


Figura 14

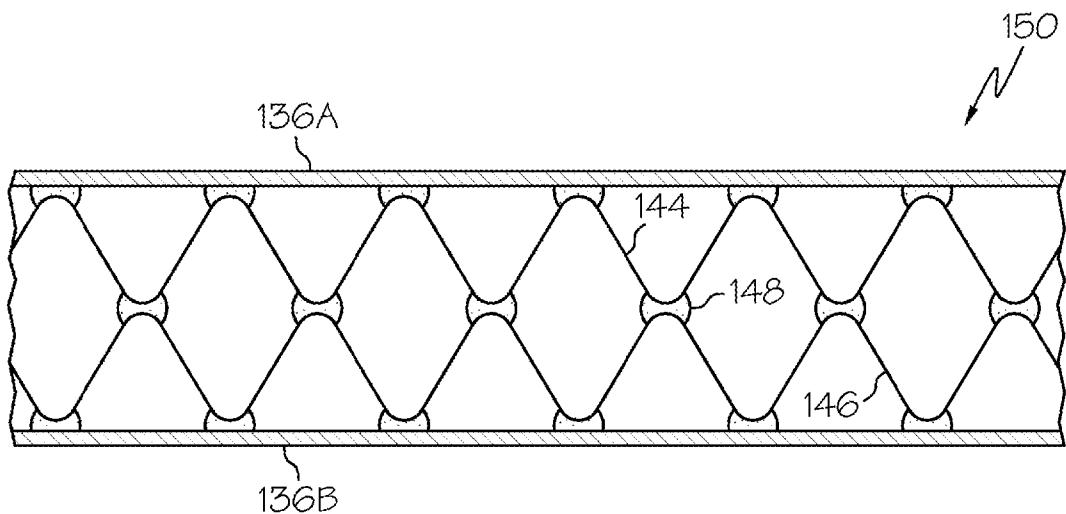


Figura 15

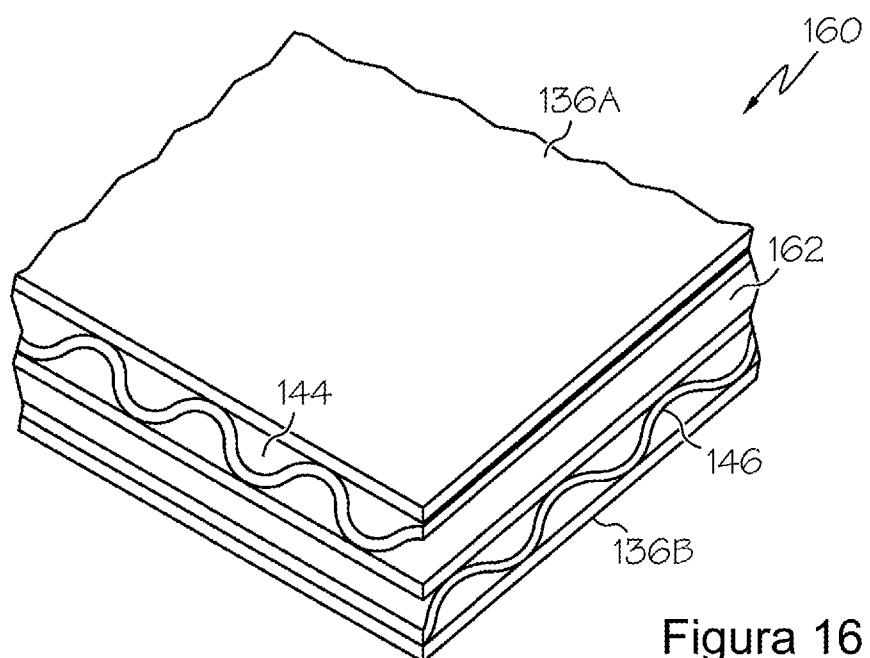


Figura 16