

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 585**

51 Int. Cl.:

**B31F 1/28** (2006.01)

**B65H 23/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2006 E 06740878 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 1879735**

54 Título: **Procedimiento y aparato para producir un producto corrugado**

30 Prioridad:

**11.04.2006 US 279347**  
**12.04.2005 US 670505 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.04.2016**

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 AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 567 585 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 producir un producto corrugado.

- 5 La presente solicitud reivindica los derechos de la solicitud de patente provisional americana US serie No. 60/670.505 presentada el 12 abril 2005.

**Antecedentes de la invención**

- 10 Los procedimientos y la maquinaria de corrugar convencionales para fabricar cartón corrugado emplean una cantidad significativa de energía calorífica en forma de vapor en diversas etapas del proceso de corrugación. Por ejemplo, el calor por vapor se utiliza para calentar los rodillos de corrugación para reducir el coeficiente de fricción. Esto es así porque el soporte que es arrastrado y formado en una banda corrugada entre esos rodillos no se tense o fracture excesivamente debido a la fricción inducida por una sobretensión del soporte en el laberinto de corrugación.
- 15 Véase por ejemplo el documento US 2005/0194103.

- Una cantidad sustancial de energía a menudo también se utiliza para calentar previamente la banda de una cara antes de que entre en la máquina de corrugar por una cara (single-facer) o en la máquina de doble respaldo (double-backer). En cada una de estas máquinas una banda de una cara se adhiere a un lado de una banda corrugada por el contacto de la de una cara con las crestas de las respectivas corrugaciones (algunas veces denominadas "flautas") colocadas en un lado de la banda corrugada en donde ha sido aplicado convencionalmente un adhesivo de alto contenido en agua y bajo contenido de sólidos (típicamente 70-90% de agua). Las hojas de las caras son calentadas previamente de modo que puedan absorber más rápidamente y uniformemente el adhesivo de alto contenido en agua en contacto con las crestas de las flautas a fin de formar una unión de resistencia en verde adecuada. Estos adhesivos típicamente requieren calor adicional para iniciar un cambio químico que cree la unión final. En algunas instalaciones, la banda corrugada por una cara (compuesta de una banda corrugada con una primera banda de una hoja de una cara ya adherida a un lado) que emerge de la máquina de corrugar por una cara también se calienta previamente antes de que entre en la máquina de encolar de modo que las crestas de las flautas expuestas absorberán más rápidamente el adhesivo de alto contenido en agua y por lo tanto estarán más cerca de la temperatura (comúnmente conocido como punto de gel) que causa que ocurra el cambio químico.
- 20
- 25
- 30

- Por último, una cantidad significativa de energía calorífica se gasta en la máquina de doble respaldo en donde placas calientes convencionalmente se utilizan para quitar el exceso de humedad del adhesivo de alto contenido en agua utilizado para montar el cartón corrugado acabado. Este calor cura el adhesivo y proporciona una unión permanente.
- 35

- Un procedimiento de corrugado que sustancialmente reduzca o elimine los requisitos anteriormente indicados el calor reducirá en forma significativa la cantidad de energía gastada en la fabricación de productos corrugados. Esto reducirá considerablemente el coste, y los desechos asociados, por unidad de producto corrugado producido.

**Sumario de la invención**

- Se proporciona un aparato para producir un producto corrugado. El aparato según la reivindicación 1 incluye un rodillo de contacto cero que tiene una superficie circunferencial exterior y un par de rodillos de corrugado que cooperan para definir un paso entre ellos, un laberinto de corrugado entre las pluralidades respectivas de dientes de corrugado que se acoplan entre sí provistos en los rodillos de corrugado. Las pluralidades de los dientes de corrugado que se acoplan entre sí son eficaces para corrugar una banda de un material de soporte que es arrastrado a través del paso entre rodillos en el giro de los rodillos de corrugado. Una trayectoria de banda para el material de soporte sigue una trayectoria alrededor de una parte de la superficie circunferencial exterior del rodillo de contacto cero y a través del laberinto de corrugado entre los rodillos de corrugado. El rodillo de contacto cero se puede accionar para soportar la banda del material de soporte a una altura por encima de su superficie circunferencial exterior en un cojín de aire que es emitido desde aquella superficie a través de unas aberturas previstas en la misma.
- 40
- 45
- 50

- También se proporciona un procedimiento de producción de un producto corrugado. El procedimiento según la reivindicación 16 incluye las etapas de a) proporcionar un aparato que incluye un rodillo de contacto cero que tiene una superficie circunferencial exterior y aberturas provistos en esa superficie y un par de rodillos de corrugado que cooperan para definir, en un paso entre ellos, un laberinto de corrugado entre pluralidades respectivas de dientes de corrugado que se acoplan entre sí provistos en los rodillos de corrugado; b) emitir un flujo volumétrico de aire desde la superficie circunferencial exterior a través de los orificios previstos en esa superficie; c) alimentar una banda de material de soporte a lo largo de una trayectoria de banda alrededor de una parte de la superficie circunferencial exterior de tal modo que la banda es sostenida en un cojín de aire suministrado por el flujo volumétrico de aire, sosteniendo de ese modo la banda en el cojín de aire a una altura por encima de la superficie circunferencial exterior a medida que la banda pasa alrededor de la misma a lo largo de la trayectoria de banda; y d) girar los rodillos de corrugado para arrastrar la banda de material de soporte a través del paso entre rodillos de modo que la banda es forzada a remontar el laberinto de corrugado después de pasar alrededor de la superficie circunferencial exterior en el cojín de aire.
- 55
- 60
- 65

**Breve descripción de los dibujos**

5 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático al máximo nivel que ilustra las etapas del proceso y el equipo asociado para un procedimiento de corrugado en frío.

La figura 2 es un diagrama esquemático de un aparato de acondicionamiento del soporte que puede ser utilizado en un procedimiento de corrugado en frío.

10 La figura 2a es una la vista a mayor escala del dispositivo de medición de la película delgada en el aparato de acondicionamiento del soporte de la figura 2.

15 Las figuras 2b-2d ilustran diversas características y/o alternativas de varillas de medición útiles en el dispositivo de medición de la película delgada.

La figura 3 es un diagrama esquemático de una estructura alternativa para un aparato de acondicionamiento del soporte, que tiene dos rodillos de aplicación de humedad, uno para la aplicación de humedad desde cada lado de la banda de material de soporte.

20 La figura 4 es un diagrama esquemático de una estructura alternativa adicional para un aparato de acondicionamiento del soporte, en donde la humedad se aplica desde ambos lados de la banda de material de soporte utilizando un aparato electroestático de pulverización de agua.

25 La figura 5 es un diagrama esquemático de un tensor de la banda previamente corrugada que puede ser utilizado en un procedimiento de corrugado en frío.

30 La figura 6 es un diagrama esquemático a mayor escala de un "rodillo flotante sin masa" para transmitir la anulación o la amortiguación de alta frecuencia de las fluctuaciones de la tensión en el soporte corrugado (banda de material de soporte) que resulta a medida que el soporte es arrastrado a través del laberinto de corrugado como se describe adicionalmente más adelante en este documento.

35 La figura 6a es una vista esquemática en perspectiva del "rodillo flotante sin masa" de la figura 6 representado en un punto durante el funcionamiento a medida que la banda del material de soporte pasa por encima de su superficie sostenida por un cojín de aire.

La figura 7 es un diagrama esquemático de una máquina de corrugar/de corrugar por una cara (referida más adelante en este documento como "máquina de corrugar por una cara") que puede ser utilizada en un procedimiento de corrugado en frío.

40 La figura 7a es una vista a mayor escala del laberinto de corrugado 305 en el paso 302 entre rodillos de corrugado opuestos primero y segundo 310 y 311 ilustrados en la figura 7.

La figura 8 es un diagrama esquemático de una máquina de encolar que puede ser utilizada en un procedimiento de corrugado en frío.

45 La figura 9 es un diagrama esquemático de una máquina de doble respaldo y puede ser utilizada en un procedimiento de corrugado en frío.

**Descripción detallada de formas de realización preferidas de la invención**

50 Un diagrama de bloques de un aparato de corrugado en frío 1000 se representa esquemáticamente en la figura 1, en la forma de realización ilustrada, el aparato de corrugado en frío incluye un aparato de acondicionamiento del soporte 100, un tensor de la banda previamente corrugada 200, una máquina de corrugar por una cara 300, una máquina de encolar 400 y una máquina de doble respaldo 500. Estos componentes están dispuestos en el orden  
 55 citado con relación a una dirección de la máquina de una banda de material de soporte 10 a medida que pasa a lo largo de la trayectoria de la máquina a través del aparato de corrugado 1000 a fin de producir un producto corrugado terminado 40 a la salida de la máquina de doble respaldo 500 como se ilustra esquemáticamente en la figura 1. Como se pondrá de manifiesto, el material de soporte 10 se convertirá en la banda corrugada a la cual las bandas corrugadas por una cara primera y segunda 18 y 19 se adherirán en lados opuestos para producir el cartón  
 60 corrugado acabado 40. Una forma de realización ejemplar de cada uno de los elementos anteriores del aparato de corrugado 1000 se describirá ahora.

Aparato de acondicionamiento del soporte

65 El aparato de acondicionamiento del soporte 100 está previsto para elevar el contenido en humedad del material de soporte 10 antes de ser alimentado a la máquina de corrugar por una cara 300 en donde será formado (corrugado)

en una banda corrugada como se explica adicionalmente más adelante. Un material de soporte convencional 10 para la fabricación de una banda corrugada se suministra disponiendo de un contenido en humedad existente que puede ser tan bajo como del 4-5% en peso. En el aparato de acondicionamiento del soporte, el contenido en humedad del material de soporte 10 se eleva hasta aproximadamente el 7-9% en peso. Un contenido en humedad en este intervalo proporciona al material de soporte 10 un mayor grado de elasticidad o flexibilidad de modo que el material 10 es arrastrado a través del laberinto de corrugado 305 (explicado más completamente más adelante) es más capaz de estirarse y soportar las fuerzas de tracción experimentadas en su interior para evitar la fractura. Además, un elevado contenido en humedad en el intervalo del 7-8 o del 7-9% en peso reduce el coeficiente de fricción entre el material de soporte 10 y los rodillos de corrugado 310, 311 de modo que el material 10 desliza más fácilmente contra los dientes que se oponen de estos rodillos 310, 311 a medida que es arrastrado a través del laberinto de corrugado 305. Esto ayuda a hacer mínimo o evitar la fractura debido a una sobretensión de tracción del soporte a medida que es arrastrado a través del laberinto de corrugado 305 en donde es formado en una banda corrugada.

Una banda de material de soporte 10 es alimentada al interior del aparato de acondicionamiento del soporte 100 desde una fuente de un material de este tipo tal como un rollo como es conocido en la técnica. Al entrar en el aparato de acondicionamiento del soporte 100, el material 10 es alimentado primero a través de un mecanismo de pretensado 110 y entonces pasa por un rodillo de aplicación de humedad 120 en donde se añade humedad al material de soporte 10 para ajustar su contenido en humedad en el intervalo deseado antes de salir del aparato de acondicionamiento del soporte 100.

El mecanismo de pretensado 110 ajusta la tensión del material de soporte 10 a medida que entra en contacto con el rodillo de aplicación de humedad 120 de modo que el material de soporte 10 es presionado contra ese rodillo 120 con una cantidad apropiada de fuerza para asegurar una penetración adecuada en el interior del material de soporte 10 de la humedad suministrada por el rodillo 120. A velocidades más elevadas de la banda a menudo se requiere o es deseable añadir un rodillo de presión adicional (no representado) para presionar ligeramente la banda contra el rodillo de aplicación de humedad. La cantidad de humedad en la superficie del rodillo 120 se controla con mucha precisión a fin de conseguir el incremento deseado en el contenido en humedad para el material de soporte que pasa a través (por ejemplo, desde el 4-5% en peso hasta el 7-9% en peso). Regulando la cantidad precisa de humedad en la superficie del rodillo 120 y la tensión del material de soporte 10 a medida que es transportado contra ese rodillo, se puede transmitir una cantidad apropiada de humedad adicional al material de soporte que pasa para ajustar su contenido en humedad en el intervalo apropiado. Pueden estar provistos medios de ajuste para regular la cantidad de humedad en la dirección transversal a la máquina (dirección longitudinal del rodillo 120) para compensar las variaciones en la banda transversal de la humedad creada durante la fabricación del material de soporte 10, llevando de ese modo la variación de la humedad en la banda transversal a un valor promedio inferior.

En la forma de realización ilustrada, el mecanismo de pretensado 110 incluye un rodillo de succión 112 que está flanqueado a cada lado por rodillos locos que cooperan 113 114 de tal modo que el material de soporte 10 sigue una trayectoria sustancialmente en forma de U alrededor del rodillo de succión 112. Se prefiere que la trayectoria en forma de U alrededor del rodillo de succión 112 sea de tal tipo que el material de soporte esté en contacto con ese rodillo 112 alrededor de por lo menos el 50% de su circunferencia, lo cual resultará en una forma de "U" verdadera. Alternativamente, y como se ilustra en la figura 2, el material de soporte puede estar en contacto con el rodillo de succión 112 alrededor de más del 50, por ejemplo por lo menos el 55% de su circunferencia que resulta en las partes que se aproximan y que emergen de la trayectoria de banda con relación (y tangente) al rodillo de succión 112 definen planos convergentes como se ve en la figura. Los rodillos de succión son muy conocidos en la técnica y pueden funcionar por arrastre de la banda que pasa contra su superficie circunferencial a través de un vacío o una presión negativa producida por ejemplo a través de una bomba de vacío (no representada). La superficie circunferencial del rodillo de succión 112 está provista de una pluralidad de pequeñas aberturas u orificios a fin de que la presión negativa de este tipo arrastre el material de soporte 10 contra superficie circunferencial. La fuerza con la cual una banda que pasa es arrastrada contra la superficie de un rodillo de succión es proporcional al área de la superficie de contacto, la cual es la razón por la que los rodillos 113, 114 están colocados para asegurar el contacto sobre por lo menos el 50% del área superficial de los rodillos de succión.

En funcionamiento, el rodillo de succión 112 es girado en el mismo sentido que la banda de material de soporte 10 y pasa sobre su superficie, pero a una velocidad lineal de la superficie más lenta que la velocidad lineal a la que está pasando la banda 10. Además, la velocidad lineal de la superficie del rodillo de succión 112 es ligeramente inferior que aquella del rodillo de succión aguas abajo 212, el cual se describe más adelante. La diferencia relativa en las velocidades lineales de las superficies de estos dos rodillos de succión 112 y 212 causa un alargamiento del material del soporte 10 entre los dos rodillos locos 113 y 114, tensando de ese modo la parte aguas abajo del material de soporte 10 al aproximarse al rodillo de aplicación de humedad 120. Ajustando la velocidad radial del rodillo de succión 112, la tensión aguas abajo en el material de soporte 10 se puede ajustar para seleccionar una tensión apropiada para producir el contenido en humedad deseado, así como la penetración de la humedad, en el material de soporte en contacto con el rodillo de aplicación de humedad 120. Una o un conjunto de células de carga provistas aguas abajo del rodillo de succión 112 (no representadas) pueden ser utilizadas para proporcionar un control de retroalimentación como comprenderán aquellos expertos normales en la técnica para adaptar la velocidad radial del rodillo de succión 112 para conseguir una tensión constante. Se reconoce que un proceso iterativo de prueba y error

- 5 puede ser deseable para descubrir los valores óptimos para la velocidad lineal de la superficie del rodillo de aplicación de humedad 120, la tensión en la banda 10, el grosor de la capa de humedad en la superficie circunferencial del rodillo 120 (descrito más adelante), así como otros factores para conseguir un contenido de agua en la banda 10 dentro del intervalo deseado del 7-9% en peso. Por ejemplo, éstas y otras variables se pueden
- 10 ajustar teniendo en cuenta el contenido en humedad inicial en la banda de material de soporte 10, la cual puede variar de un lote a otro lote, sobre la base de las condiciones medio ambientales, las condiciones de fabricación, etcétera.
- 15 La humedad se aplica a la superficie circunferencial del rodillo de aplicación de humedad 120 utilizando un primer dispositivo de medición de película fina 130. Este dispositivo 130 se ilustra esquemáticamente en la figura 2 y es útil para recubrir una capa o película delgada medida con mucha precisión 84 (figura 2c) de agua sobre la superficie del rodillo 120 a partir de un depósito de agua. El primer dispositivo de medición de película delgada 130 puede ser como se describe en las patentes americanas US Nos. 6.068.701 y 6.602.546.
- 20 Opcionalmente, y como se revela en la patente 6.602.546 indicada antes, el dispositivo de medición 130 puede incluir un elemento de bastidor y una pluralidad de conjuntos de varillas de medición adaptadas para aplicar grosores de película delgada que varíen que puedan ser útiles, por ejemplo, cuando es deseable poder cambiar rápidamente el grosor de la película de agua en la superficie del rodillo 120. Véase la figura 3 de la patente 6.602.546 anterior y particularmente el "el conjunto de barras iguales 50" y la descripción asociada.
- 25 Como se ve mejor en la figura 2a, el dispositivo de medición 130 preferiblemente incluye un conjunto de varillas de medición 131 adaptadas para producir una película delgada medida con precisión de agua sobre la superficie del rodillo 120. El conjunto de varillas de medición 131 incluye un elemento de canal 72, un soporte 74, una ampolla estanca a la presión tubular 76 y una varilla de medición 78. El elemento de canal 72 está fijado al lado del elemento de bastidor 64 y forma un canal que se extiende longitudinalmente. El soporte 74 tiene una prolongación en un lado interior y una ranura en un lado exterior. La prolongación está dimensionada y conformada para extenderse dentro del canal de modo que el soporte 74 es móvil hacia y alejándose del elemento de bastidor 64 en el interior del elemento de canal 72. La ranura está dimensionada y conformada para recibir la varilla de medición 78 de modo que la varilla de medición 78 está montada y sostenida por el soporte 74.
- 30 La ampolla 76 está colocada entre el soporte 74 y el elemento de canal 72 en el interior del canal del elemento 72. La presión de un fluido, preferiblemente presión de aire, se aplica a la ampolla 76 del conjunto de varillas de medición. La presión del fluido en el interior de la ampolla 76 produce una fuerza que empuja al soporte 74 y a la varilla de medición asociada 78 hacia la superficie circunferencial exterior del rodillo de aplicación de humedad 120. La fuerza producida por la ampolla 76 es uniforme a lo largo de la longitud entera de la varilla de medición 78.
- 35 La varilla de medición 78 está sostenida de tal modo que la varilla de medición 78 no flexiona hacia arriba o hacia abajo con respecto al rodillo 120 como resultado de la presión hidráulica; esto es la varilla de medición 78 es empujada hacia el rodillo 120 de tal modo que el eje de la varilla de medición 79 y el eje del aplicador 121 del rodillo de aplicación de humedad 120 permanecen sustancialmente paralelos en el mismo plano durante el funcionamiento. Por lo tanto, la varilla de medición 78 está colocada para producir un recubrimiento o grosor uniforme de agua en la superficie circunferencial exterior del rodillo de aplicación de humedad 120 a lo largo de su longitud entera.
- 40 Como se ve mejor en las figuras 2b y 2c, la varilla de medición 78 preferiblemente incluye una varilla cilíndrica 80 y un cable enrollado en espiral 82 sobre la misma. La varilla 80 se extiende en la longitud del rodillo de aplicación de la humedad 120 y tiene un diámetro uniforme tal como, por ejemplo, aproximadamente 15,86 mm (5/8 de pulgada). El cable 82 tiene un diámetro relativamente pequeño tal como, por ejemplo, de aproximadamente 1,52 mm (0,06 pulgadas). El cable 82 está enrollado apretadamente en espiral alrededor de la varilla 80 en un contacto a tope a lo largo de la longitud de la varilla 80 para proporcionar una superficie exterior, ilustrado mejor en la figura 2c, que forma cavidades cóncavas pequeñas 84 entre espiras adyacentes del cable 82. Cuando se utiliza un cable enrollado en espiral 82 para proporcionar las cavidades 84, esas cavidades adoptan la forma de una ranura continua que se extiende helicoidalmente alrededor de la varilla 80.
- 45 Como se representa mejor en la figura 2a la varilla de medición 78 está montada en y sostenida por la ranura exterior del soporte 74 para el giro en su interior alrededor de su eje central 79. La varilla de medición 78 está funcionalmente acoplada a y es girada por un motor 75, ilustrado esquemáticamente en la figura 2. En funcionamiento, la varilla de medición 78 es girada a una velocidad relativamente elevada en el mismo sentido angular que el giro del rodillo de aplicación de humedad 120 (sentido contrario a las agujas del reloj en la figura 2c).
- 50 Como se representa mejor en la figura 2d, la varilla de medición 78 alternativamente puede ser una varilla maciza que haya sido mecanizada para proporcionar una superficie exterior ranurada en lugar de tener un cable enrollado sobre ella. La superficie exterior mecanizada preferiblemente tiene cavidades o ranuras que se extienden hacia dentro 86 que funcionan de forma similar a las cavidades cóncavas 84 formadas por el cable 82. Las ranuras ilustradas 86 están axialmente separadas a lo largo de la longitud de la varilla de medición 78 para proporcionar secciones planas estrechas entre las ranuras 86. Esta forma de realización de la varilla de medición 78 tiende a extraer una mayor cantidad de material de película y típicamente se utiliza en aplicaciones en las que se requieren
- 55
- 60
- 65

recubrimientos muy delgados de adhesivos (como en la máquina de corrugado por una cara 300 y la máquina de encolar 400 descritas más adelante en este documento). Detalles adicionales con respecto al dispositivo de medición de la película delgada preferido se pueden encontrar a través de la referencia a las patentes americanas mencionadas antes.

5  
10  
15  
20

Volviendo a las figuras 2 y 2a, en funcionamiento el rodillo de aplicación de humedad 120 es girado de tal modo que en el punto en el que entra en contacto con la banda de material de soporte 10 su superficie está pasando en una dirección opuesta con relación a la dirección del desplazamiento de esa banda 10. Esto, unido a la tensión en la banda, ayuda a dirigir la humedad desde el rodillo 120 al interior de la banda de material de soporte que pasa 10 para proporcionar una penetración de la humedad sustancialmente uniforme. El agua se alimenta desde un depósito (no representado) al interior de un embalse 145 a través de una barra de pulverización 132 colocada por encima de la varilla de medición 78 (más claramente visto en la figura 2a). El embalse 145 preferiblemente se crea cargando la varilla de medición 78 uniformemente contra la superficie circunferencial del rodillo 120 utilizando un soporte de la varilla flexible 74 que empuja la varilla de medición 78 contra el rodillo 120 y llenando la cavidad definida resultante con agua desde la barra de pulverización 132. La varilla de medición 78 actúa como un dique para evitar que el agua en el embalse 145 se escape incontroladamente alrededor de la superficie del rodillo de aplicación de humedad 120. Presas extremas (no representadas) también están provistas y evitan que el agua se escape alrededor de los bordes de la varilla de medición 78 y el rodillo 120. Las ranuras 84/86 en la varilla 78 miden volumétricamente la cantidad de agua depositada sobre la superficie circunferencial del rodillo 120 a medida que esa superficie gira pasando por la varilla de medición 78 y limitando la cantidad de agua que puede pasar a través de las ranuras desde el embalse 145. Este efecto resulta en una película muy delgada de humedad en la superficie del rodillo 120 con una variación transversal en el rodillo insignificante.

25  
30  
35

Mediante una regulación apropiada de 1) la tensión de la banda de material de soporte cuando pasa por el rodillo de aplicación de humedad 120, 2) la velocidad de giro de ese rodillo 120 y 3) el grosor de la película de humedad provista en la superficie de ese rodillo 120 utilizando el dispositivo de medición 130, cantidades muy precisas de humedad pueden ser añadidas al material de soporte 10 a fin de elevar o ajustar su contenido en humedad dentro del intervalo deseado, más preferiblemente el 7-9% en peso o el 7-8% en peso. Un sensor de humedad (no representado) puede estar montado aguas abajo del rodillo de aplicación de humedad 120 y ser utilizado en un bucle de control de retroalimentación como es conocido en la técnica para mantener un punto de ajuste de la humedad aguas abajo. Alternativamente, un sensor de este tipo también puede estar montado aguas arriba en un bucle de control previo de modo que el sistema pueda anticipar cambios en la humedad del material de soporte que entra 10. En respuesta a señales a partir de estos sensores, un sistema de control puede ajustar la velocidad del rodillo de aplicación de humedad 120 o la tensión de la banda para ajustar la cantidad de humedad transferida desde el rodillo 120 a la banda que pasa del material de soporte 10.

40

Opcionalmente, el aparato de acondicionamiento del soporte 100 puede estar provisto sin (esto es excluyendo) el mecanismo de pretensado 110, particularmente si la tensión de la banda aguas arriba (suministrada por la fuente de material de soporte) es también adecuada para el funcionamiento del rodillo de aplicación de humedad 120 para transmitir una humedad adecuada a la banda 10. Se cree que éste será el caso en muchas, sino en la mayoría, de las aplicaciones prácticas, por lo tanto el mecanismo de pretensado 110 puede ser considerado un componente opcional y puede ser omitido.

45  
50  
55  
60

En la forma de realización ilustrada en la figura 2 la humedad se aplica a la banda 10 desde únicamente un lado, esto es el lado adyacente al rodillo de aplicación de humedad 120. Sin embargo, se cree que puede ser ventajoso aplicar humedad tanto simultáneamente como sucesivamente desde ambos lados de la banda 10 a fin de asegurar una penetración de la humedad más uniforme. La aplicación de humedad desde ambos lados también puede asegurar el mismo contenido en humedad en ambas superficies exteriores de la banda 10 de modo que un lado no esté sustancialmente más o menos húmedo que el otro. Diferencias en el contenido relativo de humedad en las dos superficies exteriores de la banda 10 puede conducir a abarquillamiento u ondulación de la superficie puesto que los dos lados tendrán una flexibilidad diferente. La figura 3 muestra una estructura alternativa para un aparato de acondicionamiento del soporte, en la que dos rodillos de aplicación de humedad 120 y 122 se utilizan para aplicar humedad desde lados opuestos de la banda 10. En la forma de realización ilustrada, los dos rodillos de aplicación de humedad 120 y 122 están representados directamente opuestos uno al otro, para aplicar humedad a la banda 10 en la misma ubicación a lo largo de la trayectoria de banda. Sin embargo, los dos rodillos de aplicación de humedad 120 y 122 preferiblemente podrían estar colocados en posiciones sucesivas a lo largo de la trayectoria de banda. En el último caso, se prefiere que la trayectoria de banda para la banda 10 cuando atraviesa los dos rodillos de aplicación de humedad 120 y 122 sea algo serpenteante, esto es de modo que la banda 10 siga una trayectoria conformada algo serpenteante o en "S" cuando atraviesa los rodillos 120 y 122. De este modo, la banda 10 es arrastrada algo contra ambos rodillos, adyacente a cada una de sus superficies exteriores, para asegurar la penetración de la humedad desde cada lado.

65

La figura 4 ilustra una forma de realización preferida adicional del aparato de acondicionamiento de humedad 100. En esta forma de realización, la humedad se imparte dentro de la banda 10 desde un par de conjuntos de boquillas de pulverización de agua 160 y 162 colocados a cada lado de la trayectoria de banda para la banda 10 cuando pasa a través del aparato. Preferiblemente, la banda 10 pasa entre los conjuntos de boquillas 160 y 162 en una trayectoria

vertical y las boquillas están colocadas en lados opuestos sustancialmente a la misma elevación como se representa. Los conjuntos de boquillas se pueden accionar para pulverizar una llovizna de agua atomizada o fina en las respectivas superficies exteriores adyacentes de la banda 10. También se desea aplicar un campo electrostático, ilustrado esquemáticamente en 165, que es eficaz para accionar o acelerar las gotas o llovizna de agua al interior de la banda 10. De otro modo, sin el campo electrostático, el agua todavía caería sobre las superficies exteriores de la banda 10 y se difundiría en el interior, pero se gastaría mucha más agua, formando una nube de humedad en ambos lados de la banda. Como resultado de estas nubes de humedad sin absorber, sería difícil decir con certeza exactamente cuánta del agua que está siendo pulverizada termina en la banda 10. También, la humedad del agua desde un lado puede penetrar más eficazmente que en el otro en cualquier momento determinado y la profundidad de penetración puede variar de un momento al otro momento, y de lado a lado. El resultado sería una aplicación de humedad dentro de la banda 10 relativamente impredecible o por lo menos no uniforme. Pero con el campo electrostático que es eficaz para acelerar la humedad en el interior de la banda, se puede conseguir una aplicación de la humedad en el interior de la banda 10 mucho más precisa y predecible. Por lo tanto, se comprenderá que el grado de aplicación de humedad se puede controlar en esta forma de realización mediante la regulación del caudal de agua emitido desde los conjuntos de boquillas 160 y 162, la finura de la llovizna, los parámetros del campo electrostático y la velocidad lineal del desplazamiento de la banda 10.

Detalles y estructuras precisos de los conjuntos de boquillas 160 y 162 así como de los medios para generar el campo electrostático apropiado no son críticos en la presente invención y están disponibles en cualquier parte como es conocido por las personas normalmente expertas en la técnica. Por ejemplo, un sistema de pulverización de agua electrostáticamente regulado adecuado para la aplicación de humedad como ha sido descrito en este documento está disponible a partir de Eltex-Elektrostatik-GmbH, Weil am Rhein, Alemania, bajo el nombre comercial "Webmoister;" por ejemplo, el Webmoister 60 y el Webmoister 70XR, productos de esta línea de productos de Eltex.

En esta forma de realización, el mecanismo de pretensado 110 preferiblemente se omite porque a diferencia de un rodillo de aplicación de humedad 112 en donde la tensión (fuerza) de la banda contra el rodillo puede ser un factor significativo que contribuya a la aplicación de humedad, en este caso es menos así. La humedad se aplica sin contacto con la banda 10 y la banda no es arrastrada contra estructura alguna que sea responsable de transmitir o dirigir humedad al interior de la banda.

#### Tensor de la banda previamente corrugada

A la salida del aparato de acondicionamiento del soporte 100, la banda acondicionada (por ejemplo, el contenido en humedad preferiblemente ajustado hasta aproximadamente el 7-9% en peso) del material de soporte 10 procede a lo largo de una trayectoria de banda y a través de un tensor de la banda previamente corrugada 200 como se ilustra esquemáticamente en la figura 5. En la forma de realización ilustrada el tensor de la banda 200 incluye un mecanismo de pretensado del corrugado 210 y un rodillo de contacto cero fijo 220. El mecanismo de pretensado 210 está provisto y funciona de una manera similar al mecanismo de pretensado 110 descrito antes en este documento. El mecanismo de pretensado de corrugado 210 preferiblemente está provisto aguas abajo del aparato de acondicionamiento del soporte 100 y aguas arriba de la corrugadora por una cara 300 a fin de que la tensión de la banda en el material de soporte 10 se pueda seleccionar independientemente sobre la base de requisitos de la tensión de la banda separados y distintos en el aparato de acondicionamiento del soporte 100 y la corrugadora por una cara 300. Incluyendo mecanismos de pretensado separados 110 y 210, la tensión de la banda para el material de soporte 10 se puede establecer independientemente en el aparato de acondicionamiento del soporte 100 y en la entrada de la corrugadora por una cara 300 sin tener en cuenta los requisitos de la tensión en la otra etapa del proceso.

Alternativamente, cuando no se utiliza el mecanismo de pretensado 110, el mecanismo de pretensado del corrugado 210 todavía proporciona un control de la tensión media independiente de la banda 10 a la entrada de la corrugadora por una cara 300 (y particularmente el laberinto de corrugado 305), independiente de la tensión en aquella banda 10 aguas arriba. Obsérvese que la velocidad de la banda 10 a través del aparato de corrugado 1000 está controlada principalmente por la solicitud de material de soporte a través del laberinto de corrugado 305 sobre la base de la velocidad de los rodillos de corrugado 310 y 311 (descrito más adelante en este documento), los cuales están colocados aguas abajo. De forma similar a como se ha descrito antes, el rodillo de succión 212 para el mecanismo de pretensado del corrugado 210 es girado en el mismo sentido en el que la banda 10 está pasando alrededor de su superficie circunferencial exterior, pero con esa superficie pasando a una velocidad lineal más lenta que la banda a fin de proporcionar la tensión deseada aguas abajo. Idealmente, la velocidad lineal de la superficie del rodillo de succión 212 pueda ser exactamente la misma que la velocidad a la que está pasando de la banda 10, resultando en una tensión media en esa banda de cero en la entrada al interior del laberinto de corrugado 305. En la práctica, sin embargo, esto es difícil de conseguir sin causar aflojamiento de la banda 10 en la entrada del laberinto de corrugado 305. Por lo tanto alguna tensión distinta de cero, finita, típicamente es deseable en la banda en la entrada al interior del laberinto de corrugado 305, lo cual requiere que la velocidad lineal de la superficie del rodillo de succión 212 sea ligeramente más lenta que la velocidad de la banda 10. Pero como se explica en el párrafo siguiente, valores de la tensión media mucho más inferiores se pueden conseguir utilizando el mecanismo de pretensado del corrugado 210 tal como 0,175-0,351 N/mm (1-2 pli) o menos, comparado con el procedimiento convencional de rodillo de presión o rodillo de arrastre de pretensado antes del corrugado. Un control de la tensión preciso aguas abajo también se

puede seleccionar ajustando la velocidad radial (y de forma correspondiente la velocidad lineal de la superficie) del rodillo de succión 212.

5 Convencionalmente, la tensión en la banda 10 a la entrada de la corrugadora por una cara 300, más particularmente el paso de corrugado 302 entre los rodillos de corrugado 310 y 311, se ajusta utilizando rodillos de presión de pretensado (rodillos de arrastre) que pueden ser girados a una velocidad lineal circunferencial que es inferior a la velocidad de la banda. La banda pasa a través de los rodillos de presión y es comprimida entre ellos, impartiendo de ese modo la tensión deseada aguas abajo. Sin embargo, este modo convencional de pretensado sufre diversas desventajas, en particular: 1) no es posible un control muy preciso de la tensión y típicamente la tensión aguas abajo se mantiene en el intervalo de 0,351-0,526 N/mm (2-3 pli) y 2) los rodillos de presión necesariamente deben comprimir/aplastar el material de soporte 10 entre ellos para generar una fuerza normal suficiente para efectuar el acoplamiento de fricción con la banda de material que pasa. El rodillo de succión revelado 212 es muy superior porque no requiere aplastamiento del material de soporte 10 para asegurar un acoplamiento de fricción adecuado y el consiguiente control de la tensión aguas abajo (funciona mediante succión del soporte hacia su superficie).  
 10  
 15 También, proporciona control de la tensión mucho más preciso aguas abajo de lo que es posible utilizando rodillos de presión. Utilizando el rodillo de succión 212, es posible ajustar la tensión aguas abajo inferior a la convencionalmente conseguida de 0,351-0,526 N/mm (2-3 pli), por ejemplo tan baja como nominalmente cero o cerca de cero mediante el ajuste de la velocidad lineal de la superficie del mismo para que se aproxime a la velocidad lineal de la banda. En la práctica esto puede resultar algo poco práctico por las razones citadas antes. Pero mediante la utilización del rodillo de succión 212, la tensión aguas abajo en la banda 10 en la entrada en el interior del paso de corrugado 302 preferiblemente es inferior a 0,351 terriblemente inferior a 0,175 N/mm (2, preferiblemente inferior a 1 pli).

25 Es deseable que la banda de material de soporte 10 entre en el laberinto de corrugado 305 definido en el paso entre rodillos 302 provisto de una tensión media de la banda tan baja como sea posible (práctica). Esto es porque la tensión media en la banda 10 está compuesta significativamente como el resultado de atravesar el laberinto 305. Específicamente, la tensión de la banda a través del laberinto 305 está gobernada por la ecuación de freno de la banda:

$$30 \quad T = T_0 e^{\mu\phi}$$

En donde:

35  $T$  = la tensión en la banda a la salida del laberinto de corrugado 305,

$T_0$  = la tensión inicial en la banda en la entrada del laberinto 305,

$e$  = es la base del logaritmo natural,

40  $\mu$  = el eficiente de fricción del soporte y el rodillo de corrugado, y

$\phi$  = el ángulo de envoltura total (en radianes) por el que la banda 10 pasa alrededor y está en contacto con los dientes de corrugado a través del laberinto de corrugado 305.

45 A partir de la ecuación anterior, es evidente que la tensión media en la banda en el laberinto 305 aumenta como una función exponencial de la tensión inicial en la banda 10. Por lo tanto, además de amortiguar o anular los efectos de la tensión oscilatoria utilizando el rodillo de contacto cero 220, es deseable asegurar una tensión inicial,  $T_0$ , de la banda tan baja como sea posible de modo que la tensión a la salida del laberinto 305,  $T$ , sea tan baja como sea posible. Esto se consigue a través de la medición precisa de la tensión en la banda utilizando el aparato de pretensado de corrugado 210 de la manera descrita antes en este documento.  
 50

También, cuando se utiliza el primer mecanismo de pretensado 110 la banda de material de soporte 10 es estirada entre los mecanismos de pretensado primero y segundo 110 y 210 de modo que se quitan las arrugas y la banda tiene un tiempo del reposo suficiente siguiendo el rodillo de aplicación de humedad 120 para absorber sustancialmente toda la humedad aplicada. Esto produce una banda más flexible que es más reformable para ser conformada en frío para producir las corrugaciones o "flautas" entre los rodillos de corrugado 310 y 311 (descritos más adelante en este documento). De forma similar al primer mecanismo de pretensado 110 anterior, una o un conjunto de células de carga (no representadas) también pueden estar provistas aguas abajo del segundo rodillo de succión 212 para el control de retroalimentación de la tensión.  
 55  
 60

El rodillo de contacto cero 220 es un rodillo fijo y no gira cuando la banda del material de soporte atraviesa su superficie circunferencial. En cambio, un caudal volumétrico de aire a una presión controlada es bombeado desde el interior del rodillo 220 radialmente hacia fuera a través de pequeñas aberturas u orificios 221 previstos de forma periódica y uniforme sobre y a través de la pared circunferencial exterior del rodillo 220 (véanse las figuras 6-6a). El resultado es que la banda que pasa de material de soporte 10 es sostenida por encima de la superficie circunferencial del rodillo de contacto cero 200 mediante un cojín 225 de aire. La presión necesaria del aire para  
 65

soportar la banda que pasa de material de soporte 10 por encima de la superficie del rodillo de contacto cero está controlada por la ecuación:

$$P = T/R$$

5 En donde P es la presión requerida del aire en N (en psi), T es la tensión (tensión media) en la banda de material de soporte que pasa en N/mm (en libras por pulgada lineal o "pli") y R es el radio del rodillo de contacto cero 220 en milímetros (en pulgadas). La altura nominal por encima de la superficie circunferencial del rodillo 220 para la banda que pasa 10 es proporcional al caudal volumétrico del aire que está fluyendo a través de las aberturas en la superficie circunferencial. En un modo de funcionamiento deseable, el caudal volumétrico del aire se selecciona para conseguir una altura nominal para la banda 10 (que también corresponde a la altura del cojín de aire 225) de, por ejemplo 5,08-12,7 mm (0,2-0,5 pulgadas) por encima de la superficie circunferencial del rodillo 220 dependiendo de su radio, el cual típicamente es de 102-52 mm (4-6 pulgadas). Alternativamente, el caudal se puede seleccionar para conseguir una altura nominal inferior por ejemplo de 0,635-2,54 mm (0,025-0,1 pulgadas) fuera de la superficie circunferencial del rodillo 220. La función y el efecto de anulación de la variación de la tensión principal del rodillo de contacto cero 220 como se acaba de describir será mejor comprendida y explicada en el contexto de la siguiente descripción de la corrugadora por una cara 300 y más particularmente de los rodillos de corrugado 310 y 311.

20 Entre tanto, el rodillo de contacto cero 220 también proporciona un mecanismo elegante para proporcionar un control de retroalimentación para la tensión media de la banda. Con referencia a la figura 6a, un transductor de presión pasivo 230 puede ser utilizado para detectar la presión en el cojín de aire 225 que está sosteniendo la banda 10 por encima de la superficie del rodillo de contacto cero 220. Puesto que la presión del cojín de aire y la tensión de la banda están relacionados según la relación  $P = T/R$  como se ha indicado antes, la supervisión de la presión del cojín de aire, P, proporciona una medición en tiempo real de la tensión en la banda 10. Por ejemplo, si el radio del rodillo 220 se fija a 152 mm (6 pulgadas) y la presión del cojín de aire se mide a  $4,55 \cdot 10^{-3}$  N/mm<sup>2</sup> (0,66 psi), entonces se sabe que la tensión en la banda en ese momento es 0,701 N/mm (4 pli). Como se pone de manifiesto, los datos de la tensión de la banda en tiempo real, que se pueden deducir a partir de la medición de la presión del cojín de aire 225, se pueden utilizar en un bucle de control de retroalimentación para regular el funcionamiento de cada uno o de ambos rodillos de succión 112 y/o 212. Cuando se utiliza únicamente un rodillo de succión individual, tal como el rodillo de succión 212, entonces los datos de la tensión de retroalimentación suministrados por las mediciones del transductor 230 pueden ser utilizados para regular el funcionamiento de ese rodillo de succión para asegurar una tensión de consigna deseada en la banda 10.

35 En este caso, "el rodillo de contacto cero" se refiere a un rodillo que tiene la estructura anterior, adaptada para soportar una banda de material que pasa por encima del rodillo en un cojín 225 de fluido, tal como aire, que es emitido a través de orificios o aberturas previstos sobre y a través de la superficie circunferencial exterior del rodillo. Esto no significa que implique que nunca pueda haber contacto alguno (esto es, literalmente contacto "cero") entre el rodillo de contacto cero y la banda. Un contacto de este tipo puede ocurrir, por ejemplo, debido a las fluctuaciones transitorias o momentáneas en la tensión media de la banda.

#### 40 Corrugadora por una cara

45 A la salida del tensor de la banda 200, la banda ahora acondicionada y tensada previamente de material de soporte 10 entra en la corrugadora por una cara 300 a lo largo de una trayectoria hacia un paso entre rodillos 302 definido entre un par de rodillos de corrugado que cooperan 310 y 311. El primer rodillo de corrugado 310 está montado adyacente y coopera con el segundo rodillo de corrugado 311. Ambos rodillos 310 y 311 están articulados para el giro en respectivos ejes paralelos y juntos ellos definen una trayectoria sustancialmente en serpentina o sinusoidal o laberinto de corrugado 305 en el paso 302 entre ellos. El laberinto de corrugado 305 es producido por un primer conjunto de dientes de corrugado que se extienden radialmente 316 dispuestos circunferencialmente alrededor del primer rodillo de corrugado 310 que son recibidos en el interior de valles definidos entre un segundo conjunto de dientes de corrugado que se extienden radialmente 317 dispuestos circunferencialmente alrededor del segundo rodillo de corrugado 311 y viceversa. Ambos conjuntos de dientes que se extienden radialmente 316 y 317 están provistos de modo que cada diente individual se extiende en el ancho completo de los rodillos respectivos 310 y 311, o por lo menos en el ancho de la banda 10 que atraviesa el laberinto de corrugado 305 entre ellos, de modo que se pueden producir las corrugaciones a todo lo ancho en esa banda 10 a medida que los dientes 316 y 317 que se acoplan entre sí unos con otros en el paso entre rodillos 302 a medida que giran los rodillos. Los rodillos de corrugado 310 y 311 son girados en sentidos angulares opuestos como se ilustra en la figura 7, de tal modo que la banda de material de soporte 10 es arrastrada a través paso entre rodillos 302 y es forzada a remontar laberinto de corrugado 305 definido entre los conjuntos opuestos de los dientes de corrugado 316 y 317 que se acoplan entre sí.

60 A la salida del paso entre rodillos 302 (y del laberinto de corrugado 305), como será comprendido por los expertos ordinarios en la materia el material de soporte 10 tiene una forma corrugada; esto es una sección transversal longitudinal sustancialmente en serpentina que tiene picos y valles de flauta que se oponen en lados o caras opuestas del material de soporte 10.

65 Con lo anterior en mente, el efecto y la importancia del rodillo de contacto cero 220 en el tensor de la banda 200 se explicará ahora. Con referencia a la figura 7a, se representa una vista a mayor escala del paso 302 entre los rodillos

de corrugado 310, mientras 311 en un momento durante el funcionamiento, a medida que la banda de material de soporte 10 es arrastrada entre ellos y es forzada a remontar el laberinto de corrugado 305, lo cual imparte al material de soporte su forma corrugada (aflautada). Primero resultará evidente que la velocidad de recogida lineal de la banda 10 (al aproximarse al paso de corrugado 302) es más rápida que la velocidad de descarga lineal de la banda corrugada a la salida del paso entre rodillos 302 porque una parte sustancial de la longitud de la banda ha sido recogida o consumida por el aflautado. Típicamente, para flautas de tamaño convencional la velocidad de recogida puede estar en el intervalo de 1,2-1,55 veces la velocidad de descarga, aunque son posibles relaciones mayores o menores. Segundo, también es evidente a partir de la figura 7a que la tensión de la banda de material de soporte 10, así como las tensiones de compresión transversales, oscilan en magnitud a medida que son formadas flautas sucesivas en la banda 10 debido al movimiento relativo hacia arriba y hacia abajo de los dientes de corrugado y debido a las variaciones de rodadura y arrastre en la banda 10 a través del laberinto 305 a medida que está siendo corrugada.

La naturaleza oscilante de la tensión de la banda a través del laberinto de corrugado 305 entre los rodillos de corrugado está bien documentada; véase, por ejemplo, Clyde H. Sprague, Desarrollo de un proceso de corrugado en frío, Informe final, Instituto de Química del Papel, Appleton, Washington, Sección 2, p. 45, 1985. La frecuencia fundamental de las fuerzas oscilantes es la frecuencia de formación del corrugado o "flautas", pero normalmente están presentes armónicos grandes más elevados. Las variaciones en la tensión de la banda son particularmente importantes porque se magnificarán en el laberinto. Picos cíclicos sustanciales en la tensión de la banda pueden ocurrir como resultado. Ya sea formada en caliente o en frío a través de procesos convencionales, la banda de material de soporte 10 típicamente sufre algo de daño estructural. El daño visible es referido como una fractura en la flauta y este tipo de daño generalmente resulta en un producto inútil. Las condiciones en el inicio de la fractura a menudo se utilizan como indicadores de facilidad de ejecución.

La rigidez o la resistencia de la banda al plegado también contribuirá a la construcción de tensión y puede ser un factor en la fractura de soportes de pesos elevados o muy secos. Para soportes de pesos ligeros o húmedos, sin embargo, la tensión inducida por fricción se cree que domina el cuadro de la fractura. Un camino para minimizar la creación de tensión y de ese modo la propensión a la fractura, sería regular la tensión inicial de la banda de tal modo que se eleve y descienda de forma apropiada por las magnitudes correspondientes en fase con las oscilaciones de la tensión que resultan a partir de la banda 10 que atraviesa el laberinto 305, a fin de compensar dicha variación de la tensión oscilatoria. Hasta ahora, una amortiguación de este tipo en las magnitudes y las frecuencias requeridas no ha sido posible con la maquinaria convencional (véase más adelante en este documento). Otras variables que se pueden ajustar para compensar las oscilaciones de la tensión son el coeficiente de fricción entre el material de soporte 10 y los rodillos de corrugado 310, 311, el ángulo de contacto de la banda con los rodillos y la tensión media inicial de la banda en la entrada al interior del paso de corrugado 302. En una forma de realización preferida, todas estas tres variables se ajustan/varían, adecuadamente. El coeficiente de fricción se disminuye acondicionando la banda en el aparato de acondicionamiento del soporte 100 como se ha descrito anteriormente. El ángulo de contacto se puede disminuir seleccionando y utilizando rodillos de corrugado 310, 311 que tengan el radio más pequeño practicable para el tamaño deseado de la flauta. Por último, mediante la utilización del mecanismo de pretensado del corrugado 210 para medir con mucha precisión la tensión de la banda antes de la entrada al interior de la corrugadora por una cara, la tensión media inicial de la banda se puede ajustar a un valor preciso en un intervalo muy bajo; esto es, dentro del intervalo de 0-0,526 N/mm (0-3 pli), preferiblemente inferior a 0,351 o 0,175 N/mm (2 o 1 pli), comparada con la tensión inicial convencional de la banda la cual está típicamente controlada con menos precisión y en el intervalo de 0,351 o 0,526 N/mm (2-3 pli).

Además, el rodillo de contacto cero 220 proporciona un modo adicional que es eficaz para proporcionar una amortiguación de la variación de la tensión. Éste es un mecanismo adicional importante para contrarrestar o amortiguar las variaciones de la tensión oscilante que resultan a partir de que la banda es arrastrada a través del laberinto de corrugado 305, lo cual no era posible utilizando la maquinaria existente. Como se describe más completamente más adelante en este documento, el rodillo de contacto cero 220 proporciona una compensación de la tensión de la banda precisa y proporcionada para las variaciones oscilatorias en la tensión de la banda como resultado de la banda de material de soporte 10 que atraviesa el laberinto de corrugado 305, a las frecuencias y magnitudes de unas variaciones de la tensión de este tipo.

La dificultad en diseñar un mecanismo compensador adecuado de la tensión de la banda para estas variaciones oscilatorias de la tensión de la banda es que la frecuencia básica de las oscilaciones es extremadamente grande, sobre la base de la velocidad de la formación de las flautas (para un la línea de 427 m/minuto (1400 fpm) tan elevada como 2.800 ciclos por segundo o "Hertz" suponiendo 394 flautas/m (10 flautas por pulgada)). También, la frecuencia real puede ser más alta y más ampliamente impredecible como resultado de armónicos de orden más alto. Otro problema es que la magnitud de las oscilaciones de la tensión, aunque suficiente para fracturar potencialmente el material de soporte, todavía es muy pequeña, haciendo su cuantificación muy difícil a alta frecuencia y haciendo imposible el diseño de un sistema de control activo que pueda responder físicamente a unas oscilaciones de este tipo a la frecuencia necesaria. También las fracturas inducidas por el plegado ocurren debido a una tensión de tracción excesiva en las fibras exteriores en las puntas de las flautas que se están formando. En ausencia de una deformación por esfuerzo cortante, la superficie exterior del soporte se tendrá que extender mediante aproximadamente el 7% para acomodar la forma de la flauta; el fallo del soporte ocurre a únicamente un

3% de elongación.

5 Mientras estos problemas asociados con las oscilaciones de la tensión de la banda están presentes en los procedimientos y la maquinaria convencionales de formación en caliente, su efecto se contrarresta en gran medida calentando los rodillos de corrugado, lo cual disminuye el coeficiente de fricción suficientemente para hacer mínima la fractura de la banda. Sin embargo, para un procedimiento y un aparato de formación en frío con éxito, los rodillos de corrugado no se calientan y estos problemas se tienen que tratar frontalmente.

10 Enhebrando la trayectoria de banda sobre un rodillo de contacto cero 220 en una ubicación aguas arriba de los rodillos de corrugado 310, 311, de modo que la banda sea sostenida por encima de la superficie del rodillo de contacto cero 220 en un cojín 225 de aire, la banda de material de soporte que pasa 10 es capaz de responder instantáneamente a variaciones de la tensión de alta frecuencia, baja magnitud, aguas abajo mediante simplemente "flotar" por encima de la superficie del rodillo de contacto cero 220. Rodillos flotantes convencionales o "flotantes" como son denominados algunas veces son muy conocidos en la técnica. Éstos son rodillos giratorios montados en cojinetes que están suspendidos en ambos extremos en elementos que se pueden trasladar, tales como mangos que pueden deslizar a lo largo de un carril en respuesta a requisitos de la tensión que cambian aguas abajo. Sin embargo, un rodillo flotante convencional no puede ser utilizado en la presente solicitud porque su masa haría imposible el ajuste a la frecuencia necesaria, esto es del orden de varios miles de veces por segundo; sin mencionar los pequeños desplazamientos infinitesimales que se requerirían para compensar, a tales frecuencias, las variaciones de la tensión oscilante a medida que la banda 10 es arrastrada a través del laberinto de corrugado 305.

25 Utilizando un rodillo de control cero 220 como se ha descrito anteriormente, el inventor en este caso a provisto un rodillo flotante esencialmente "sin masa" que puede responder de forma pasiva a variaciones en cada minuto y de alta frecuencia en la demanda de tensión aguas abajo. El rodillo flotante "sin masa" consigue este objetivo de la siguiente manera. Cuando la demanda de tensión aguas abajo aumenta, la banda que pasa por encima de la superficie del rodillo de contacto cero 220 simplemente es arrastrada más cerca de esa superficie como resultado de la tensión incrementada aguas abajo. El resultado es que la velocidad lineal instantánea de la banda de material de soporte 10 al aproximarse al paso entre rodillos 302 se incrementa durante el momento en el que se incrementa la demanda de tensión, anulando de este modo eficazmente la demanda incrementada de tensión. De modo similar, cuando la demanda de la tensión aguas abajo disminuye, la fuerza (tensión) que arrastra la banda que pasa por encima de la superficie del rodillo de control cero 220 hacia esa superficie se disminuye y de ese modo la altura de la banda por encima de esa superficie aumenta de forma correspondiente. El resultado en este caso es que la velocidad lineal instantánea de la banda de material de soporte 10 al aproximarse al paso entre rodillos 302 disminuye para el momento en el que la demanda de tensión disminuye, anulando otra vez de forma efectiva la demanda disminuida de tensión.

40 Puesto que la banda que pasa tiene masa y por lo tanto inercia, la magnitud de esa masa para la longitud de la banda en cuestión (esto es, esa parte sobre el rodillo de contacto cero 220, la cual debe oscilar hacia arriba y hacia abajo) es muy próxima a cero. Como resultado, mientras el rodillo flotante "sin masa" no proporcionará la amortiguación de la variación de la tensión matemáticamente perfecta puesto que la inercia de la banda que pasa sobre el rodillo de contacto cero 220 no es matemáticamente cero, amortiguará sustancialmente oscilaciones de la variación de la tensión de este tipo y a las magnitudes y a las frecuencias requeridas.

45 El rodillo flotante "sin masa" es un sistema de amortiguación pasivo que puede responder en tiempo real a cualquier demanda de frecuencias muy altas del equipo de corrugado moderno. Esto es debido a la masa próxima a cero de la única pieza móvil en el sistema; esto es, la propia banda en el segmento de la longitud que pasa por encima del rodillo de contacto cero 220. El rodillo flotante "sin masa" revelado en este documento proporciona una solución elegante a un problema de mucho tiempo y permite la fabricación de un soporte corrugado con poca o nada de fractura de la banda utilizando rodillos de corrugado a baja temperatura o a temperatura ambiente 310, 311. Se pondrá de manifiesto que una tensión suficiente debe permanecer en la banda para asegurar el seguimiento adecuado a través de la corrugadora por una cara 300. Sin embargo, puesto que el rodillo flotante "sin masa" es un sistema pasivo de amortiguación de la variación de la tensión, que únicamente responde a cambios momentáneos aguas abajo en la demanda de tensión, la tensión básica o media de la banda a través de la corrugadora por una cara 300 todavía puede ser controlada separadamente con precisión, por ejemplo utilizando el mecanismo de pretensado 210 del tensor de la banda 200 y no se ve afectada por el sistema de rodillo flotante "sin masa".

60 Volviendo ahora a la figura 7, después de emerger del laberinto de corrugado 305, el material de soporte ahora corrugado 10 es transportado por el segundo rodillo de corrugado 311 a través de un paso de encolado 321 definida entre ese rodillo de corrugado 311 y un primer rodillo aplicador de cola 320. Una película delgada de cola 325 se aplica a la superficie del rodillo aplicador 320 a partir de un depósito de cola 328 utilizando un segundo dispositivo de medición de película delgada 330. El segundo dispositivo de medición de película delgada 330 es o puede ser de construcción similar al primer dispositivo de medición de película delgada 130 descrito antes en este documento, excepto en que pueden ser deseables modificaciones menores ya que el presente dispositivo aplica cola, tal como una cola de alto contenido en sólidos o alto contenido en almidón que tenga un contenido en agua de únicamente por ejemplo el 50-60% en peso de agua, mientras el dispositivo anterior aplicaba una película delgada de agua. Para el segundo dispositivo de medición 330 descrito en este documento, las cavidades cóncavas pequeñas 84 de la

varilla de medición 78 (véanse las figuras 2b-2d) proporcionan espacios con respecto a la superficie exterior lisa del primer rodillo aplicador de cola 320 de modo que pequeñas aristas que se extienden circunferencialmente de adhesivo permanecen en la superficie del rodillo aplicador 320 cuando esa superficie gira pasando por la varilla de medición 78.

5 Se debe observar que incluso aunque el adhesivo en la superficie exterior del rodillo aplicador 320 tiende a ser inicialmente aplicado en forma de aristas, el adhesivo tiende a fluir lateralmente y adopta una capa de recubrimiento uniforme, plana y delgada a través de la cohesión. Por supuesto, la viscosidad del adhesivo con relación a la cohesión del mismo determina la extensión hasta la cual el recubrimiento de adhesivo se convierte en completamente liso. Preferiblemente, el adhesivo es un adhesivo de alto contenido en sólidos (descrito con más detalle más adelante en este documento), que tiene una viscosidad de 15–55 Stein–Hall segundos.

15 La colocación del dispositivo de medición 330 se puede ajustar hacia o alejándose del rodillo aplicador 320 para establecer con precisión el espacio entre ellos. Cuando el dispositivo de medición 330 se ajusta de modo que la varilla de medición 78 esté en contacto virtual con la superficie circunferencial exterior del rodillo aplicador 320, esencialmente todo el adhesivo excepto aquél que pasa a través de las cavidades cóncavas entre espiras adyacentes del cable 82 o ranuras 86 en la varilla 78 (véanse las figuras 2c–2d) es extraído de la superficie circunferencial exterior del rodillo aplicador 320. Por otra parte, cuando la varilla de medición 78 se separa ligeramente alejándose de la superficie circunferencial exterior del rodillo aplicador 320, un recubrimiento de adhesivo que tiene un grosor más grande permanece en la superficie circunferencial exterior del rodillo aplicador 320. En una forma de realización preferida el dispositivo de medición 330 está colocado con respecto al rodillo aplicador 320 para proporcionar un recubrimiento adhesivo uniforme en la superficie circunferencial exterior que tiene el grosor preferido para el tamaño de flauta deseado como se explica, por ejemplo, en la patente 6.602.546 incorporada antes a este documento. Se comprenderá que la posición óptima para el dispositivo de medición 330 dependerá de la viscosidad, el contenido en sólidos y la tensión superficial del adhesivo que está siendo utilizado, así como el tamaño de las flautas (por ejemplo, A, B, C, E, etc.). Conjuntamente con el dispositivo de medición 330, es posible utilizar una cola con un contenido en sólidos muy alto, preferiblemente por lo menos 25, más preferiblemente 30, más preferiblemente 35, más preferiblemente 40, más preferiblemente 45, más preferiblemente 50 en porcentaje en peso de sólidos, o mayor, equilibrado con agua, comparado con otros sistemas convencionales de aplicación de películas de adhesivo.

35 Después de que el material de soporte corrugado 10 emerge de la pasada de cola 321, continúa alrededor del segundo rodillo de corrugado 311 en el cual es sostenido y pasa a través de un paso de corrugado por una cara 341 en donde una primera banda corrugada por una cara 18 entra en contacto y es presionada contra las crestas de las flautas expuestas con la cola aplicada del material de soporte 10. Un rodillo de corrugado por una cara 340 presiona la banda corrugada por una cara 18 contra las crestas de la flauta para producir una banda corrugada por una cara 20 a la salida de la corrugadora por una cara 300.

40 En un aparato de corrugado en frío y el procedimiento asociado, el material de soporte 10 se forma (aflautado) y el producto final se monta sin utilizar calor para expulsar el exceso de agua a partir del adhesivo aplicado, el cual adhiere ambas bandas la primera y la segunda hojas corrugadas por una cara 18 y 19 al soporte de material corrugado 10. Por lo tanto, el adhesivo utilizado tanto en la corrugadora por una cara 300 para adherir la primera banda corrugada por una cara 18 y la máquina de encolar 400 para adherir la segunda banda corrugada por una cara 19 (descrito más adelante en este documento) debe tener un contenido en sólidos más alto y menor en agua comparado con los adhesivos de almidón tradicionales, los cuales tienen en cualquier caso desde el 75 hasta el 90% en peso de contenido en agua. Un adhesivo preferido para utilizarlo en la presente invención presenta diversas características no comunes a los adhesivos utilizados en las máquinas de corrugado convencionales que utilizan calor por vapor para extraer el exceso de humedad.

50 El adhesivo preferiblemente incluye en exceso el 40% en sólidos y consigue una unión fuerte sin que se requiera que su temperatura se eleve por encima del umbral del punto de gel. Un adhesivo de alto contenido en sólidos de este tipo empieza a desarrollar su unión suficientemente rápida como para soportar el material de soporte 10 y la banda de hoja corrugada por una cara 18 o 19 juntas durante el proceso de corrugado de modo que la banda laminada resultante puede continuar siendo procesada a través del aparato. El adhesivo proporciona también una unión suficientemente fuerte a bajos niveles de humedad de modo que no se requiere una aplicación posterior de secado para reducir el nivel de humedad del cartón combinado por debajo del umbral requerido para un comportamiento estructural apropiado del cartón.

60 Generalmente se supone que el cartón corrugado terminado 40 que sale del aparato de corrugado 1000 (véase la figura 9) debe tener un contenido en humedad de entre 6-8% en peso para una conversión apropiada en cajas. Los siguientes ejemplos de ensayos muestran la diferencia entre la aplicación de un adhesivo de almidón convencional y un adhesivo de alto contenido en sólidos calibrado en una película delgada como se describe en este documento en el contenido en humedad cuando se combina el cartón. Ambos ejemplos suponen que el contenido en humedad de la banda de hoja corrugada por una cara y el material de soporte inicialmente es del 6%.

Efecto en el contenido en humedad para 35L-23M-35L

Adhesivo convencional

- 5
- Peso en seco de almidón 0,12 MPa (2,5 lb/1000 pies cuadrados)
  - Adhesivos con sólidos para máquina corrugadora por una cara y corrugadora de doble respaldo - 26% carbón pizarroso seco (aproximadamente el 29% como mezclado)
- 10
- Humedad que entran en la corrugadora de doble respaldo 12,19%
  - Se supone el soporte acondicionado al 7%
- 15
- Ninguna otra pulverización de agua

Adhesivo con alto contenido en sólidos

- 20
- Peso en seco de almidón 0,036 MPa (0,75 lb/1000 pies cuadrados)
  - Adhesivos con sólidos para máquina corrugadora por una cara y corrugadora de doble respaldo - 50% carbón pizarroso seco
- 25
- Humedad que entran en la corrugadora de doble respaldo 7,25%
  - Se supone el soporte acondicionado al 8%

30

Como se puede ver, habrá una diferencia entre las dos aplicaciones (convencional frente al adhesivo de alto contenido en sólidos) de casi el 5% de contenido en humedad que entra en la corrugadora en doble cara. Con el ejemplo de corrugado en frío un contenido en humedad incluso más bajo se podría conseguir especificando que la humedad de la banda de hoja corrugada por una cara que entra esté entre el 5 y el 5 1/2% en el lugar del 6% supuesto antes. Esto hará que la humedad final del cartón combinado esté entre el 5,7 y el 6,1%. El papel utilizado para fabricar cartón corrugado se convierte en muy quebradizo con una humedad por debajo del 4%. Esto no funcionaría para un proceso en caliente.

35 Máquina de encolar

40

La banda corrugada por una cara 20 sale de la corrugadora por una cara 300 y entra en la máquina de encolar 400 en donde una cola similar de alto contenido en sólidos como se ha descrito antes en este documento es aplicada a las crestas de las flautas expuestas restantes a fin de que la segunda banda corrugada por una cara 19 pueda ser aplicada y adherida a la misma en la corrugadora de doble respaldo 500. En una forma de realización preferida, la máquina de encolar está provista como se describe en la patente 6.602.546 incorporada antes a este documento y aplica una cola similar de alto contenido en sólidos (40-50% de sólidos en peso, o mayor) como se ha descrito antes en este documento. Brevemente, la máquina de encolar 400 tiene un tercer dispositivo de medición de la película delgada 430 que es capaz de medir cuidadosamente y con precisión una película delgada del adhesivo de alto contenido en sólidos sobre la superficie circunferencial exterior del segundo rodillo aplicador de cola 420. La banda corrugada por una cara 20 es transportada alrededor de un rodillo de guía 422 y a través de un paso entre rodillos de la máquina de encolar 441 en donde se aplica la cola a las crestas de las flautas expuestas de la banda corrugada por una cara que pasa 20 como se describe en detalle en la patente 6.602.546 incorporada antes a este documento.

50 Corrugadora de doble respaldo

55

La banda corrugada por una cara 20 provista de cola aplicada en las crestas de las flautas expuestas entra en la corrugadora de doble respaldo 500 a través de un par de rodillos de paso de acabado 510 y 511, en donde la segunda banda de hoja corrugada 19 es aplicada y adherida a las crestas de las flautas expuestas y el conjunto corrugado por las dos caras resultante es presionado junto. Opcionalmente, la corrugadora de doble respaldo 500 también puede incluir, aguas abajo de los rodillos de paso de acabado 510 y 511, una serie de placas calientes estacionarias 525 que definen una superficie plana sobre la cual pasa el cartón corrugado acabado 40. En esta forma de realización, una banda transportadora 528 está suspendida por encima de las placas calientes y separadas a una distancia de las mismas suficiente para acomodar el cartón corrugado acabado 40 a medida que pasa a través de la corrugadora de doble respaldo 500. La banda transportadora 528 acopla con fricción la superficie encarada hacia arriba del cartón 40 y lo transporta a través de la corrugadora de doble respaldo 500 de tal modo que la superficie encarada hacia abajo es presionada o transportada contra las placas calientes estacionarias 525.

65

Se entenderá que las placas calientes 525 son componentes opcionales en el aparato de corrugado en frío como se

5 revela en este documento y pueden ser omitidas como innecesarias si se utiliza un adhesivo adecuadamente de alto contenido en sólidos. Se anticipa que cuando las máquinas corrugadoras convencionales se conviertan al proceso en frío revelado en este documento otros medios de soporte del lado inferior del cartón acabado 40 sustituirán a las placas calientes en la corrugadora de doble respaldo 500. Por ejemplo, pueden ser utilizadas bandas transportadoras o mesas de flotación por aire.

10 El cartón corrugado 40 fabricado utilizando el equipo y el procedimiento de corrugado en frío asociados descritos antes en este documento retendrá una proporción mayor de su resistencia a la compresión inicial puesto que el material de soporte corrugado 10 no está sustancialmente fracturado o dañado. Evitando una fractura/daño de este tipo en la banda 10, a pesar de estar formada (aflautada) a baja temperatura, se hace posible a través de una o varias de las mejoras descritas en este documento. Estas mejoras incluyen: descenso de la tensión inicial en la banda a medida que es arrastrada al interior del laberinto de corrugado 305, ajuste del contenido inicial de agua hasta aproximadamente el 7-9 o el 7-8% en peso proporcionando el rodillo flotante "sin masa" para amortiguar las variaciones de la tensión de alta frecuencia aguas abajo que resultan a partir de la banda que es arrastrada a través del laberinto de corrugado 305. Todos estos mecanismos están implantados en una forma de realización preferida como se ha descrito en este documento. Pero menos de todos ellos pueden ser utilizados en un aparato de corrugado particular; no es necesario implantar y utilizar todos los mecanismos anteriores. La utilización de cola de alto contenido en sólidos también como se ha descrito permite el funcionamiento del sistema entero a baja temperatura puesto que mucho menos exceso de agua debe ser extraído para producir un cartón corrugado acabado de buena calidad, sustancialmente libre de alabeo 40.

25 Se entenderá que los nombres dados a etapas específicas de un aparato de corrugado 1000 en este documento (esto es, "aparato de acondicionamiento del soporte", "tensor de la banda de corrugado previo", "corrugadora por una cara", "máquina de encolar" y "corrugadora de doble respaldo") están pensados para utilizarlos meramente por conveniencia y facilidad de referencia para el lector, ya que así se puede seguir más fácilmente la presente descripción y los dibujos asociados. No se pretende en modo alguno que cada una de estas etapas o "máquinas" deba ser una máquina o dispositivo individual, discreto o unitario, o que elementos específicos (tales como los mecanismos de pretensado 110 y/o 210) necesiten estar provistos juntos o en asociación próxima con los otros elementos descritos en este documento con respecto a una etapa o "máquina" particular. Se contempla que diversos elementos del aparato de corrugado revelado 1000 puedan ser recolocados o colocados en asociación con los mismos o diferentes elementos a como se ha descrito en este documento. Por ejemplo, el aparato de acondicionamiento del soporte y el tensor de la banda previo al corrugado como aquellas "máquinas" como se describen en este documento pueden ser combinadas, con o sin los mismos elementos como se ha descrito en este documento, o con elementos adicionales que cooperen, en una "máquina" individual.

35 Aunque la invención ha sido descrita con respecto a ciertas formas de realización preferidas, diversas modificaciones y cambios pueden ser realizados a la misma por una persona experta normal en la técnica sin salirse del ámbito de la invención como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Aparato para producir un producto corrugado, que comprende:

5 un rodillo de contacto cero (220) que tiene una superficie circunferencial exterior,

un transductor de presión (230); y

10 un par de rodillos de corrugado (310) dispuestos aguas abajo del rodillo de contacto cero a lo largo de una trayectoria de banda para dicho material de soporte, en el que los rodillos de corrugado cooperan para definir, en un paso (302) entre ellos, un laberinto de corrugado (305) entre unas respectivas pluralidades de dientes de corrugado (317) que se acoplan entre sí previstos en dichos rodillos de corrugado, en el que dichas pluralidades de dientes de corrugado que se acoplan entre sí son eficaces para corrugar una banda de material de soporte que es arrastrado a través de dicho paso durante la rotación de dichos rodillos de corrugado;

15 en el que dicha trayectoria de banda sigue una trayectoria alrededor de una parte de la superficie circunferencial exterior de dicho rodillo de contacto cero y a través de dicho laberinto de corrugado entre dichos rodillos de corrugado;

20 siendo dicho rodillo de contacto cero accionable para soportar dicha banda de material de soporte a una altura variable por encima de su superficie circunferencial exterior en un cojín de aire (225) que es emitido desde esa superficie a través de unas aberturas (221) previstas a través de la superficie circunferencial exterior del rodillo de contacto cero, estando dicho transductor de presión adaptado para detectar una presión de dicho cojín de aire que soporta dicha banda por encima de dicha superficie circunferencial exterior; y

25 estando dicho transductor de presión funcionalmente acoplado a un bucle de control de retroalimentación adaptado para regular el funcionamiento de un mecanismo de pretensado del corrugado para ajustar una tensión (T) en dicha banda de material de soporte sobre la base de la presión de dicho cojín de aire, para amortiguar de ese modo las oscilaciones de velocidad y/o tensión en dicha banda en la entrada de dicho laberinto de corrugado que son inducidas como resultado de que la banda sea arrastrada al interior entre dichas pluralidades de dientes de corrugado que se acoplan entre sí.

35 2. Aparato según la reivindicación 1, en el que durante el funcionamiento dicha banda del material de soporte que pasa alrededor de dicho rodillo de contacto cero es libre de moverse aproximándose o alejándose de dicha superficie circunferencial exterior, soportada sobre dicho cojín de aire, en respuesta a pequeños aumentos o reducciones en la demanda de tensión aguas abajo derivada de que dicha banda sea arrastrada a través de dicho paso entre rodillos y remonta dicho laberinto de corrugado.

40 3. Aparato según la reivindicación 1, siendo dicho rodillo de contacto cero eficaz para amortiguar las variaciones oscilantes de la tensión en la banda de material de soporte generadas como resultado de que la banda sea arrastrada a través de dicho paso entre rodillos, y remonta dicho laberinto de corrugado, siendo dicha amortiguación pasivamente conseguida por la altura de dicha banda por encima de dicha superficie circunferencial exterior que se ajusta de forma espontánea en respuesta a pequeños aumentos y/o reducciones en la demanda de tensión aguas abajo y a la frecuencia de los mismos.

45 4. Aparato según la reivindicación 1, siendo dicho rodillo de contacto cero un rodillo fijo.

50 5. Aparato según la reivindicación 1, que además comprende un aparato de acondicionamiento de la banda eficaz para transmitir humedad adicional a dicha banda de material de soporte de modo que el contenido en humedad de la banda esté ajustado en un intervalo deseado antes de entrar en dicho laberinto de corrugado.

55 6. Aparato según la reivindicación 5, comprendiendo dicho aparato de acondicionamiento de la banda un rodillo de aplicación de humedad y un dispositivo de medición de película delgada que es eficaz para proporcionar una película delgada medida de agua sobre una superficie de dicho rodillo de aplicación de humedad, estando dicho rodillo de aplicación de humedad dispuesto adyacente a dicha trayectoria de banda de modo que dicha banda, siguiendo dicha trayectoria, será dirigida contra dicha superficie de dicho rodillo de aplicación de humedad para transferir humedad desde dicha película delgada de agua prevista en dicha superficie hasta el interior de dicha banda.

60 7. Aparato según la reivindicación 5, comprendiendo dicho aparato de acondicionamiento de la banda un sistema de pulverización de agua electrostáticamente regulado, que comprende un primer conjunto de boquillas situado adyacente a un primer lado de dicha trayectoria de banda y un segundo conjunto de boquillas situado adyacente a un segundo lado de dicha trayectoria de banda de tal modo que dicha banda de material de soporte en funcionamiento pase entre dicho primer y segundo conjuntos de boquillas, estando cada uno de entre dicho primer y segundo conjunto de boquillas adaptado para pulverizar una bruma fina o atomizada de agua hacia la superficie exterior respectivamente adyacente de dicha banda a medida que pasa entre dichos conjuntos de boquillas.

65

8. Aparato según la reivindicación 5, siendo dicho intervalo deseado un contenido en humedad del 7 al 9% en peso.
- 5 9. Aparato según la reivindicación 6, siendo dicho rodillo de aplicación de humedad giratorio de modo que dicha superficie del mismo pase en un sentido opuesto a aquél de la banda de material de soporte en un punto de contacto entre ellos.
- 10 10. Aparato según la reivindicación 6, que además comprende un mecanismo acondicionador de pretensado para ajustar la tensión en dicha banda en un punto, en el que dicha banda entra en contacto con dicho rodillo de aplicación de humedad, comprendiendo dicho mecanismo acondicionador de pretensado un primer rodillo de succión que está flanqueado por un primer par de rodillos locos de tal modo que la trayectoria de banda a través de dicho mecanismo acondicionador de pretensado siga una trayectoria en contacto con una superficie de dicho primer rodillo de succión alrededor de una parte de su circunferencia, siendo dicho primer rodillo de succión giratorio en el mismo sentido, pero a una velocidad lineal más lenta de la superficie, que dicha banda que pasa por encima de su superficie.
- 15 11. Aparato según la reivindicación 10, estando dicho par de rodillos locos posicionados de modo que dicha trayectoria de banda entre en contacto con dicha superficie de dicho primer rodillo de succión aproximadamente en más del 50% de su circunferencia de tal modo que las partes que se aproximan y que emergen de la trayectoria de banda con respecto a dicha primera superficie del rodillo de succión y tangentes a la misma definen unos planos convergentes.
- 20 12. Aparato según la reivindicación 1, comprendiendo dicho mecanismo de pretensado del corrugado un rodillo de succión que está flanqueado por un par de rodillos locos de tal modo que la trayectoria de banda a través de dicho mecanismo de pretensado del corrugado siga una trayectoria en contacto con una superficie de dicho rodillo de succión alrededor de una parte de su circunferencia, siendo dicho rodillo de succión giratorio en el mismo sentido, pero a una velocidad lineal más lenta de la superficie, que dicha banda que pasa por encima de su superficie.
- 25 13. Aparato según la reivindicación 12, estando dicho par de rodillos locos posicionados de modo que dicha trayectoria de banda entre en contacto con dicha superficie de dicho rodillo de succión aproximadamente en más del 50% de su circunferencia de tal modo que las partes que se aproximan y que emergen de la trayectoria de banda con respecto a a dicha primera superficie del rodillo de succión y tangentes a la misma definen planos convergentes.
- 30 14. Aparato según la reivindicación 10, comprendiendo dicho mecanismo de pretensado del corrugado un segundo rodillo de succión que está flanqueado por un segundo par de rodillos locos de tal modo que la trayectoria de banda a través de dicho mecanismo de pretensado del corrugado siga una trayectoria en contacto con una superficie de dicho segundo rodillo de succión alrededor de una parte de su circunferencia, pudiendo dicho segundo rodillo de succión girar en el mismo sentido, pero a una velocidad lineal más lenta de la superficie, que dicha banda que pasa sobre su superficie.
- 35 40 15. Aparato según la reivindicación 14, siendo dicho primer y segundo rodillos de succión accionables de forma independiente a diferentes velocidades lineales de la superficie para ajustar independientemente la tensión de dicha banda en ubicaciones, en las que a) se dirige contra dicho rodillo de aplicación de humedad y b) entra en dicho laberinto de corrugado, respectivamente.
- 45 16. Procedimiento de producción de un producto corrugado, que comprende:
- 50 a) proporcionar un aparato según la reivindicación 1, que comprende:
- 55 b) emitir un flujo volumétrico de aire desde dicha superficie circunferencial exterior a través de dichos orificios provistos en dicha superficie;
- c) suministrar una banda de material de soporte a lo largo de dicha trayectoria de banda alrededor de una parte de dicha superficie circunferencial exterior de tal modo que dicha banda sea soportada sobre un cojín de aire suministrado por dicho flujo volumétrico de aire, soportando de este modo dicha banda sobre dicho cojín de aire a una altura por encima de dicha superficie circunferencial exterior a medida que dicha banda pasa alrededor a lo largo de dicha trayectoria de banda; y
- 60 d) hacer girar dichos rodillos de corrugado para arrastrar dicha banda de material de soporte a través de dicho paso entre rodillos de modo que dicha banda sea forzada a remontar dicho laberinto de corrugado después de pasar alrededor de dicha superficie circunferencial exterior en dicho cojín de aire.
- 65 17. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que la altura de dicha banda por encima de la superficie circunferencial exterior de dicho rodillo de contacto cero varía espontáneamente aproximándose o alejándose de dicha superficie en respuesta a pequeños aumentos o reducciones en la demanda de tensión aguas abajo que resultan de que dicha banda esté siendo arrastrada a través de dicho paso entre rodillos y remonta dicho laberinto

de corrugado.

- 5 18. Procedimiento según la reivindicación 16, que además comprende el ajuste de la tensión media en dicha banda de material de soporte para que sea inferior a 2 pli en la entrada a dicho laberinto de corrugado.
19. Procedimiento según la reivindicación 16, que además comprende el ajuste en el contenido en humedad en dicha banda de material de soporte para que esté en el intervalo comprendido entre 7 y 9% en peso de humedad antes de que dicha banda entre en dicho laberinto de corrugado.
- 10 20. Procedimiento según la reivindicación 16, que además comprende el ajuste en el contenido en humedad en dicha banda de material de soporte para que esté en el intervalo comprendido entre 7 y 8% en peso de humedad antes de que dicha banda entre en dicho laberinto de corrugado.
- 15 21. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que no se utiliza calor por vapor para elevar la temperatura de dicha banda de material de soporte antes de que dicha banda entre en dicho laberinto de corrugado.
22. Procedimiento según la reivindicación 21, en el que no se utiliza calor por vapor para elevar la temperatura de dichos rodillos de corrugado.
- 20 23. Procedimiento según la reivindicación 16, siendo dicho procedimiento llevado a cabo para producir un producto corrugado en doble cara a partir de dicha banda de material de soporte, el cual está inicialmente no corrugado, y dos bandas adicionales de material no corrugado, enteramente bajo condiciones de temperatura ambiente sin la aplicación de calor.
- 25 24. Procedimiento según la reivindicación 23, en el que un adhesivo de alto contenido en sólidos se utiliza para encolar las dos bandas adicionales de material no corrugado en los lados opuestos de dicha banda de material de soporte después de que sea corrugado en dicho laberinto de corrugado.
- 30 25. Procedimiento según la reivindicación 24, comprendiendo dicho adhesivo de alto contenido en sólidos por lo menos el 40% en peso de sólidos.
26. Procedimiento según la reivindicación 24, presentando dicho adhesivo de alto contenido en sólidos una viscosidad de 15 a 55 segundos Stein-Hall.
- 35 27. Procedimiento según la reivindicación 19, en el que el contenido en humedad en dicha banda está ajustado en dicho intervalo proporcionando una película delgada medida con precisión de agua sobre una superficie de un rodillo de aplicación de humedad, y transportando dicha banda que pasa por y contra dicha superficie del mismo de modo que la humedad desde dicha película delgada es transferida al interior de dicha banda.
- 40 28. Procedimiento según la reivindicación 19, en el que el contenido en humedad en dicha banda está ajustado en dicho intervalo dirigiendo una bruma fina o atomizada de agua hacia dicha banda a través de unas fuerzas electrostáticas en una ubicación aguas arriba de dicho laberinto de corrugado de modo que por lo menos una parte de la bruma dirigida hacia dicha banda sea absorbida por dicha banda.
- 45 29. Procedimiento según la reivindicación 16, siendo dicho procedimiento llevado a cabo enteramente en o cerca de la temperatura ambiente para producir un producto corrugado por las dos caras, que incluye dicha banda de material de soporte, que inicialmente está sin corrugar, en el que dicha banda de material de soporte está sustancialmente libre de fracturas después de haber sido corrugado en el laberinto de corrugado.
- 50 30. Procedimiento según la reivindicación 16, que además comprende el ajuste de dicho flujo volumétrico de aire de modo que dicha altura sea 5,08-12,7 mm (0,2-0,5 pulgadas).
31. Procedimiento según la reivindicación 16, que además comprende el ajuste de dicho flujo volumétrico de aire de modo que dicha altura sea 0,635-2,54 mm (0,025-0,1 pulgadas).
- 55 32. Procedimiento según la reivindicación 19, en el que no se utiliza calor por vapor para elevar la temperatura de dicha banda de material de soporte antes de que dicha banda entre en dicho laberinto de corrugado.
33. Procedimiento según la reivindicación 32, en el que no se utiliza calor por vapor para elevar la temperatura de dichos rodillos de corrugado.
- 60 34. Aparato según la reivindicación 1, en el que el bucle de control de retroalimentación está adaptado para determinar la tensión T en la banda mediante la ecuación  $T=P \times R$ , siendo T la fuerza por unidad de longitud, siendo P la presión detectada, y siendo R el radio del rodillo de contacto cero.

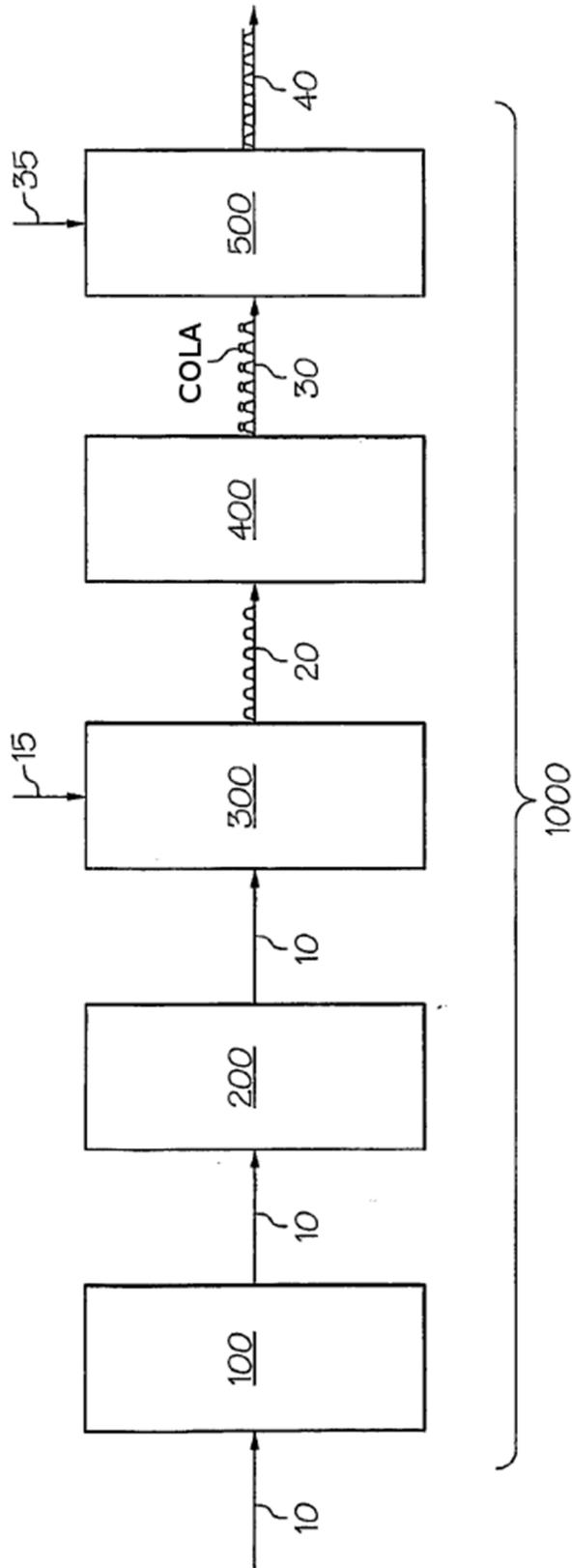


FIG. 1

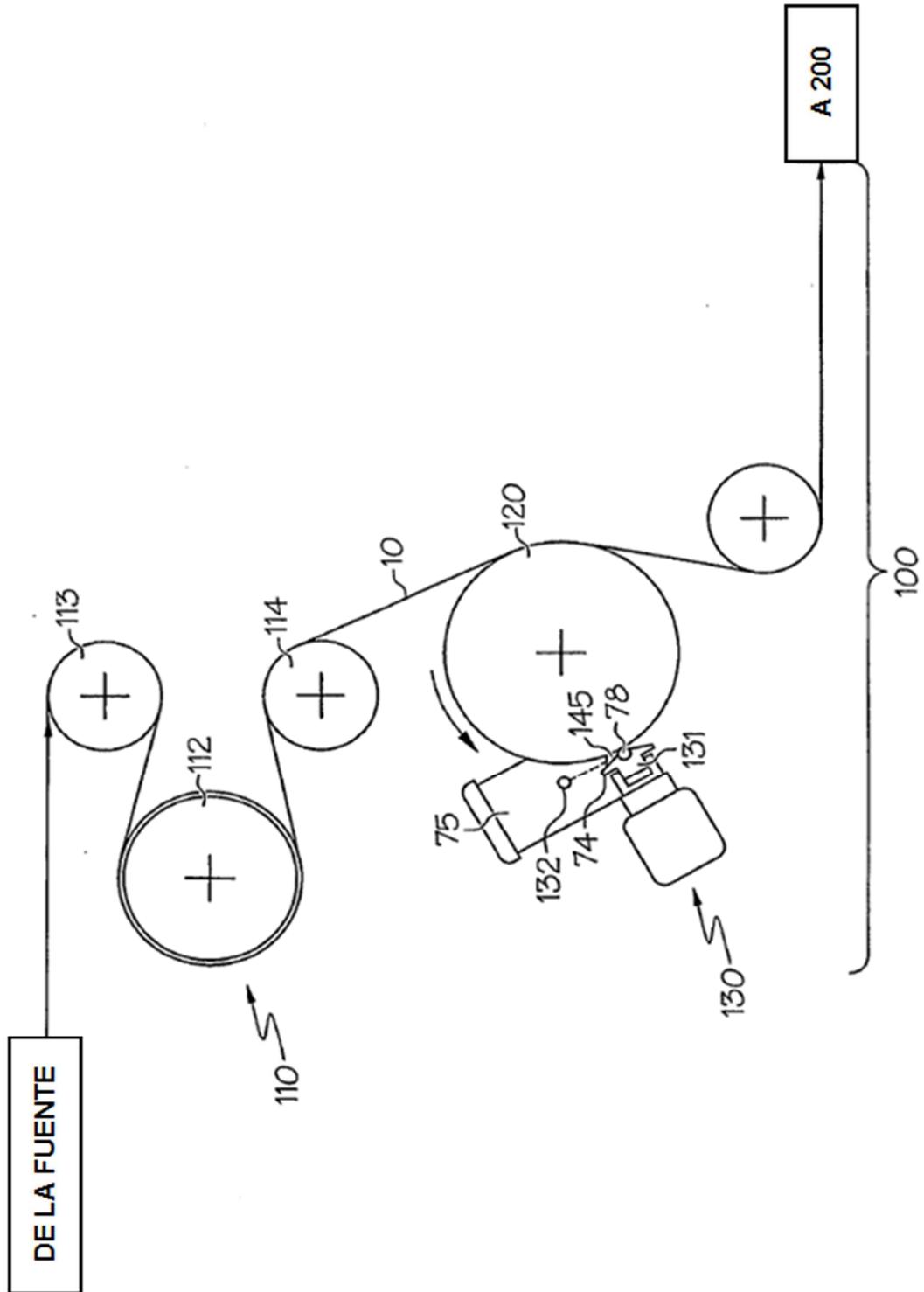
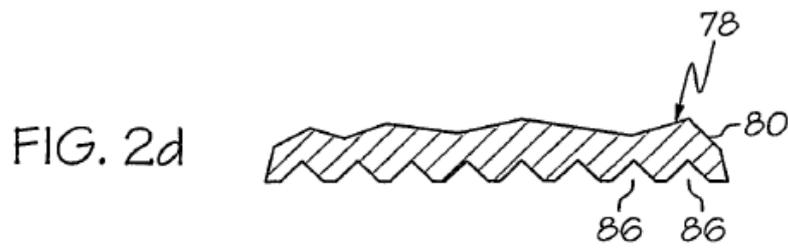
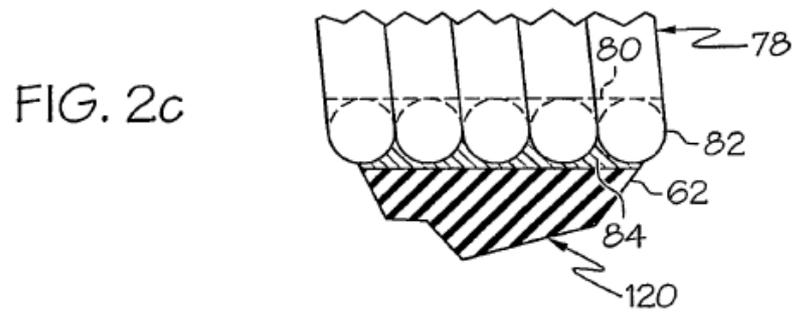
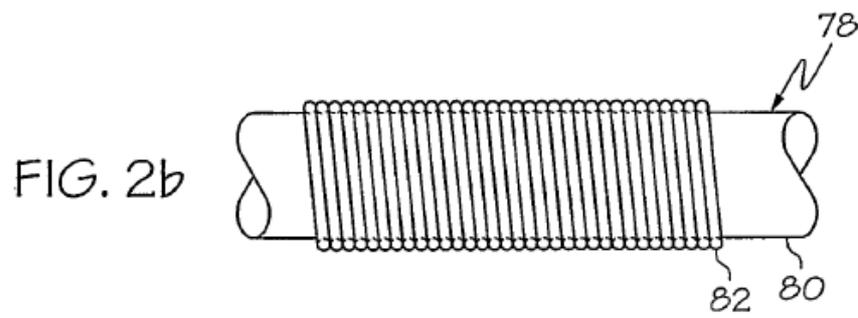
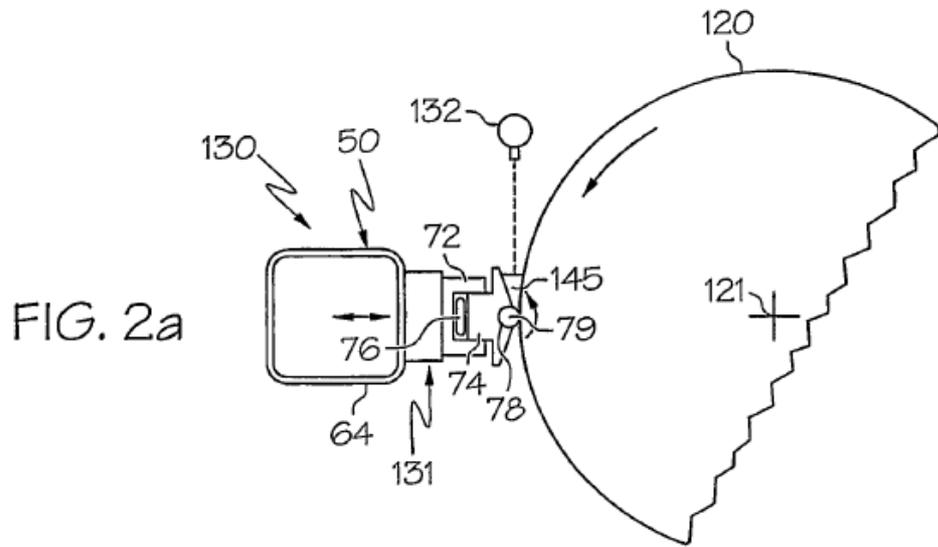


FIG. 2



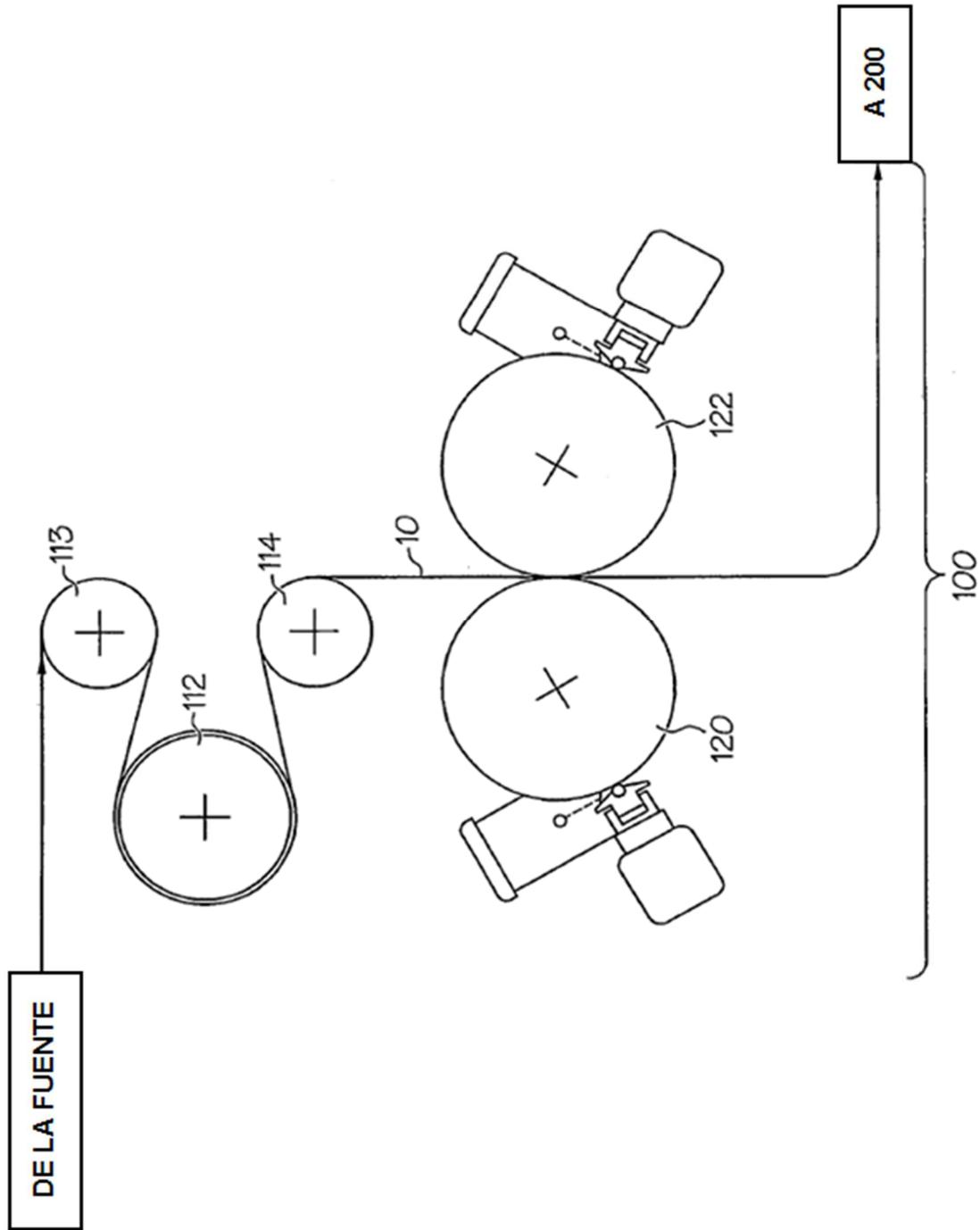


FIG. 3

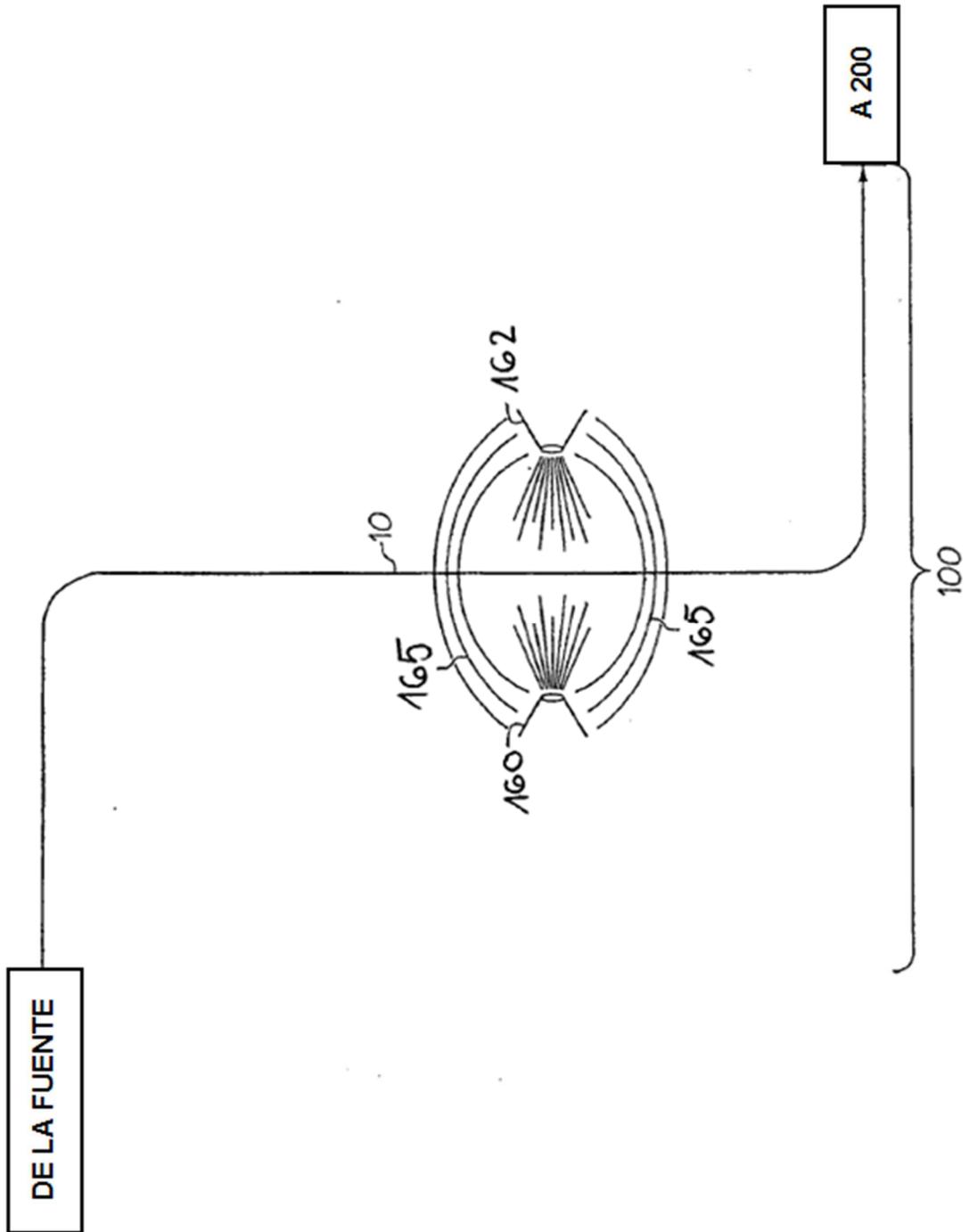


FIG. 4

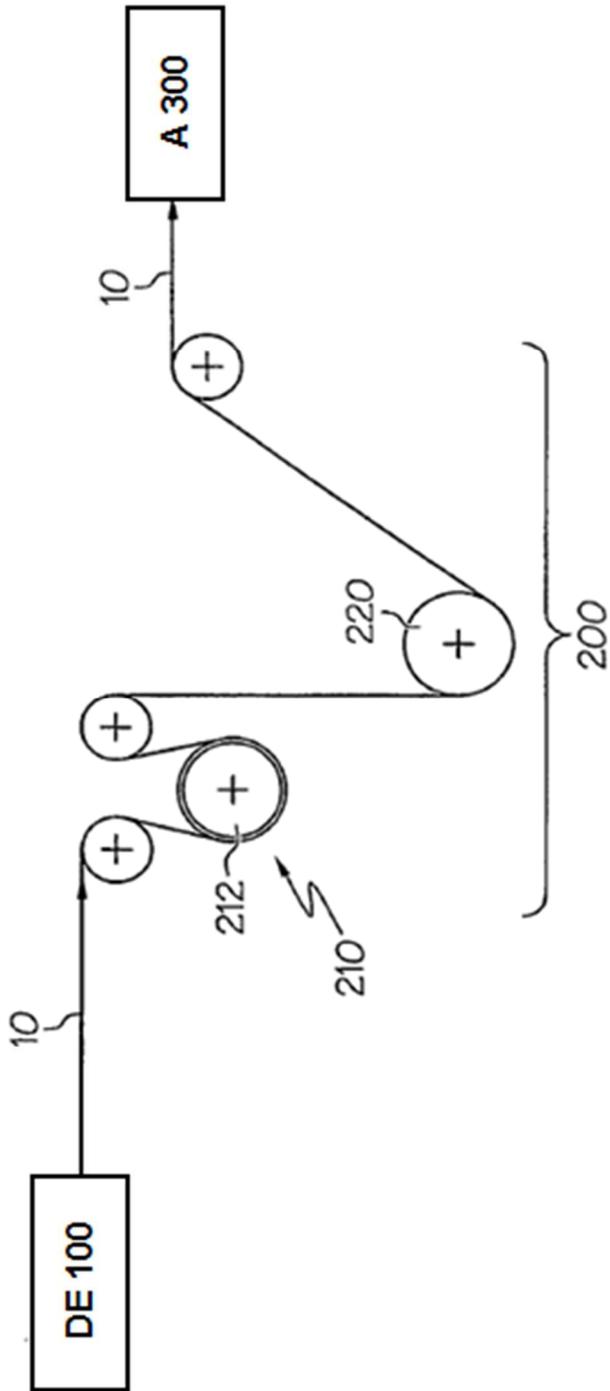


FIG. 5

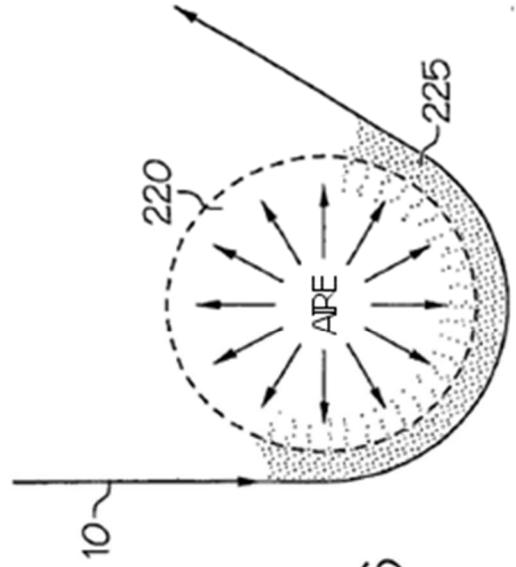


FIG. 6

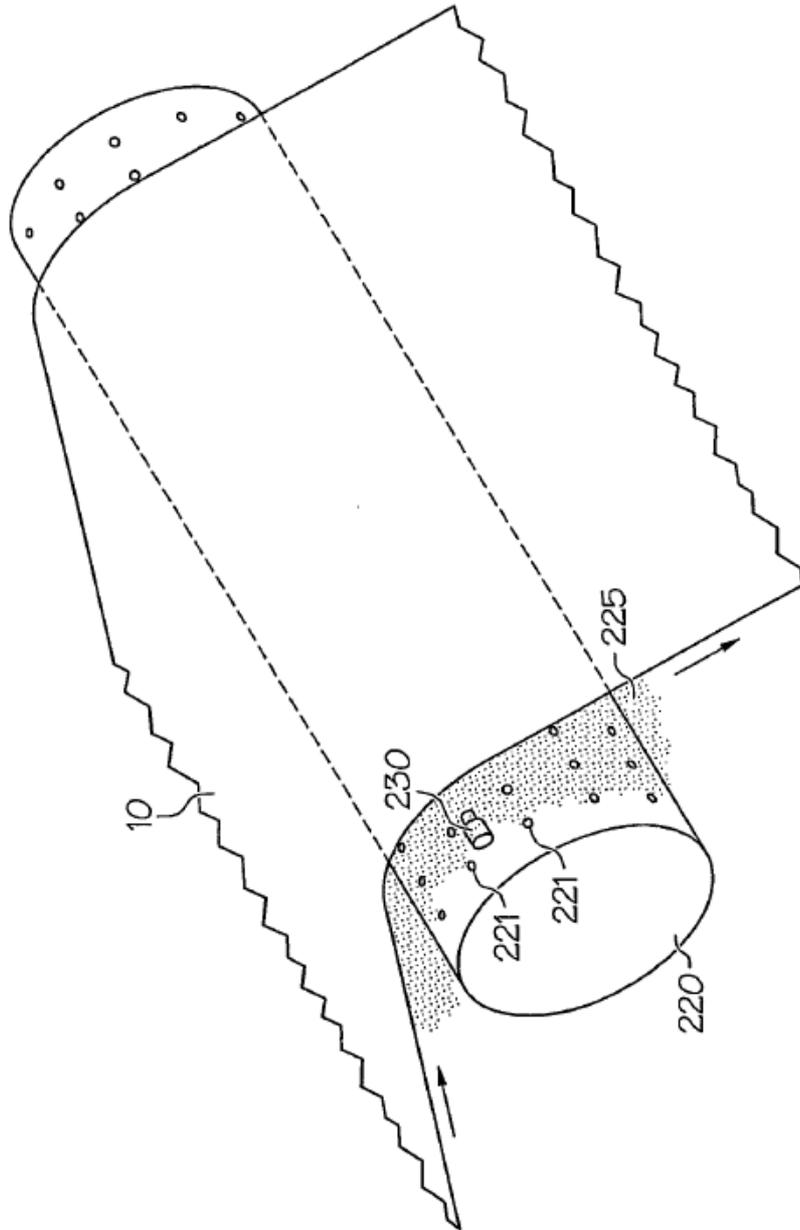


FIG. 6A

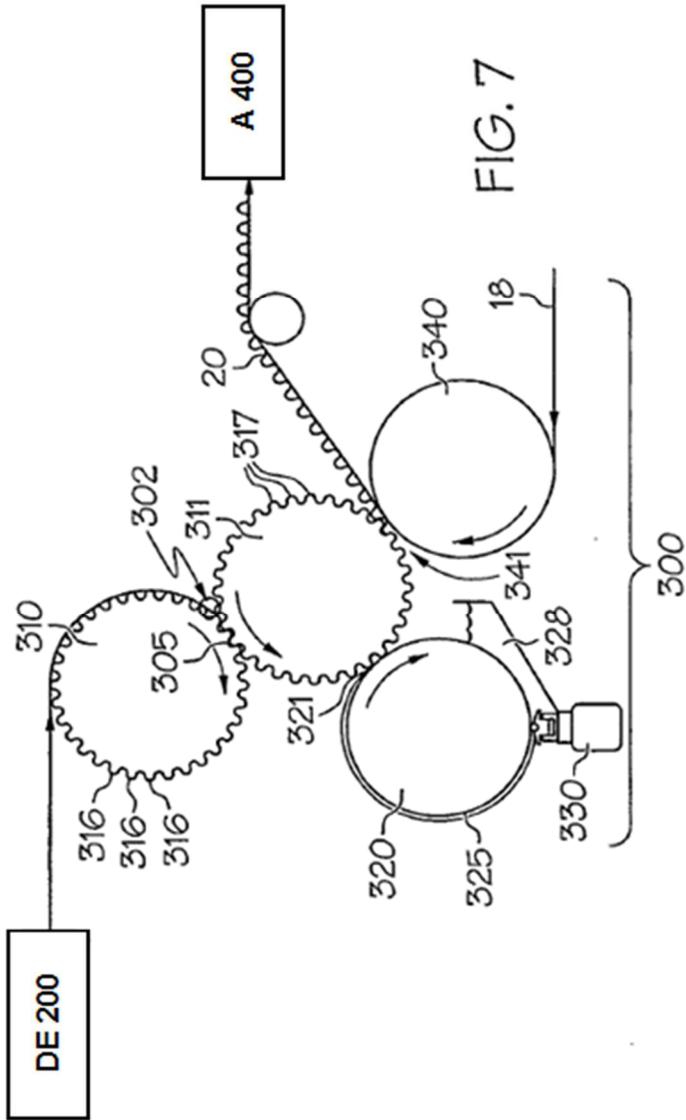


FIG. 7

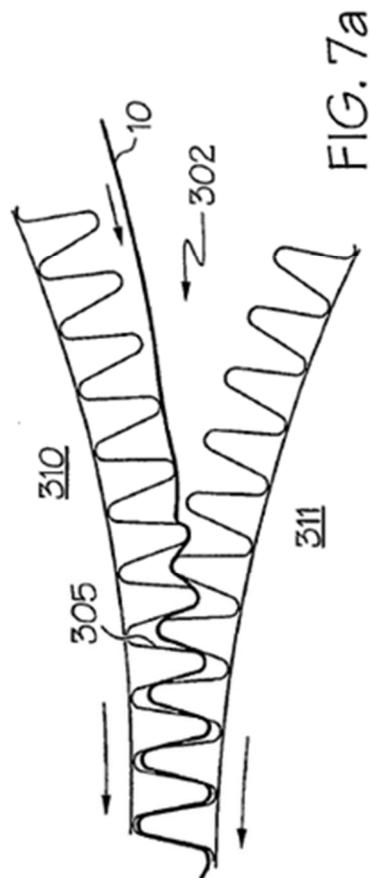


FIG. 7a

