

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 023 312**

51 Int. Cl.:

**B65H 18/28** (2006.01)

**B31C 1/00** (2006.01)

**B31C 1/08** (2006.01)

**B65H 75/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2022** E **23209156 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025** EP **4303161**

54 Título: **Tubo de cartón convoluto**

30 Prioridad:

**15.10.2021 US 202117503068**

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

**30.05.2025**

73 Titular/es:

**D'ANGLADE, PIERRE-MICHEL (100.00%)**  
**3445, Ave. Ridgewood, App. 500,**  
**Montréal QC H3V 1B7, CA**

72 Inventor/es:

**D'ANGLADE, PIERRE-MICHEL**

74 Agente/Representante:

**FERNÁNDEZ POU, Felipe**

ES 3 023 312 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

Tubo de cartón convoluto

5 Campo técnico

La presente descripción generalmente se refiere a tubos y núcleos de cartón, y más particularmente se refiere a tubos de cartón enrollados y a aparatos y métodos para fabricar los mismos.

10 Antecedentes

15 Los tubos de cartón usados para embobinar películas, tales como películas extensibles o estirables, a menudo hechas de plástico, deben resistir ciertas fuerzas de compresión radial. Los tubos de cartón fabricados para embobinar rollos de películas extensibles normalmente se fabrican laminando varias hojas de cartón, que luego se enrollan en espiral en un ángulo de 30 grados hasta que los tubos tienen el ancho deseado. El ancho de los tubos en espiral depende de la calidad de la película que se va a enrollar alrededor del tubo y del diámetro del rollo de película.

20 Los parámetros principales comúnmente usados cuando se desarrollan tubos de cartón son la resistencia al aplastamiento en anillo del cartón usado para formar el tubo (medida por la fuerza requerida para aplastar un cilindro de cartón cuando se ejerce una fuerza de aplastamiento axial a los bordes del cilindro) y la resistencia a la delaminación del cartón (medida por la fuerza requerida para dividir un cartón en dos en su grosor). Estos parámetros se usan comúnmente cuando se desarrollan tubos y núcleos para el embobinado de rollos de papel, y pueden no ser apropiados para el diseño de tubos usados en aplicaciones que involucran compresión radial, ya que los rollos de papel ejercen una compresión lineal sobre los tubos, en lugar de una compresión radial. Además, en los núcleos de embobinado en espiral, a menudo hay un pequeño espacio entre dos tiras (u hojas) sucesivas de papel. Esta separación está sujeta a provocar una rotura del núcleo cuando el núcleo está sujeta a compresión radial.

30 Hasta ahora, los tubos de cartón ideados para aplicaciones de películas de plástico se han fabricado mediante el uso de cartón que tiene fibras orientadas en múltiples direcciones, ya que generalmente se cree que esta disposición refuerza los tubos. Para aumentar la resistencia de los tubos en espiral, una técnica conocida requiere el uso de varias hojas de cartón, lo que significa que el grosor de la pared del tubo debe aumentarse y ser relativamente grande, incluso para rollos que tienen longitudes pequeñas. Otra técnica conocida consiste en usar cartón más resistente, que generalmente cuesta más y, por lo tanto, aumenta el precio de los tubos de cartón.

35 Los tubos de cartón en espiral se diseñaron originalmente para embobinar rollos de papel, y su uso para el enrollado de películas extensibles o plásticas proviene principalmente del hecho de que los fabricantes de tubos y núcleos de cartón favorecieron el uso de una sola máquina y proceso al fabricar los tubos, por razones económicas evidentes. Sin embargo, los tubos en espiral pueden no ser la mejor opción para aplicaciones que implican compresión radial, ya que no se han diseñado específicamente para resistir dicha compresión radial.

40 El laminado recto de una trama de cartón es otro método para fabricar tubos y núcleos de cartón. Si bien este método se usó comúnmente cuando comenzó la fabricación de tubos de cartón, ahora es menos común debido a la dificultad de fabricar núcleos de varias longitudes y porque aumentar la resistencia del tubo requiere aumentar el número de bobinados, lo que a su vez conduce a un aumento significativo del diámetro y el peso del tubo, lo que puede no ser ni práctico ni económico.

45 La patente canadiense núm. 2 590 067 describe un método para reutilizar los rollos que se rechazan de las fábricas de papel y cartón al formarlos en núcleos enrollados rectos para la industria del papel y el cartón. Si bien este método proporciona la ventaja de reutilizar los rollos rechazados dentro de una fábrica de papel, sufre de los inconvenientes de los rollos rectos descritos anteriormente.

50 La solicitud de patente de Estados Unidos US2004/096604A1 describe un tubo de múltiples capas enrollado en espiral o en forma de espiral que incluye una o más capas o capas que tienen grabados formados en el mismo y que sobresalen de uno o ambos lados de cada una de tales capas o capas. Los grabados aumentan el calibre efectivo y el volumen de la capa sin añadir masa. Los grabados pueden colindar con una capa o capa adyacente del tubo y separar dicha capa o capa adyacente de las regiones del grabado o capa entre los grabados, de esta manera se forman espacios vacíos en la pared del tubo.

55 La solicitud europea EP0740640B1 describe un núcleo de embobinado de cartulina enrollado en espiral de múltiples grados de resistencia mejorada a la deformación del diámetro interior que incluye una pluralidad de capas de cartulina estructural que tienen al menos dos densidades predeterminadas que incluyen una densidad inferior y una densidad superior en donde la densidad inferior es al menos aproximadamente 3 % menor que la densidad superior. La pared lateral cilíndrica se define en la sección transversal radial por al menos una capa de cartulina ubicada centralmente dispuesta entre al menos una capa de cartulina estructural ubicada radialmente hacia dentro y al menos una capa de cartulina estructural ubicada radialmente hacia fuera se forma a partir del cartulina de menor densidad y la capa de cartulina estructural ubicada hacia dentro y hacia fuera se forma a partir del cartulina de mayor densidad.

5 La solicitud de patente japonesa JPH04185327A describe un método y aparato para formar un cuerpo tubular mediante el embobinado, en donde un núcleo improvisado se mantiene en la parte de retorno de la cinta transportadora para que gire junto con la cinta para alimentar el material en lámina colocado sobre la cinta integralmente con la cinta a la periferia exterior del núcleo improvisado y, después de pasar a través de la parte de retorno, la cinta se mueve para separarse del núcleo improvisado para separar el material en lámina de la cinta y enrollarlo sobre la superficie periférica exterior del núcleo improvisado.

10 La solicitud de patente japonesa JPS60212338A describe un método para producir un tubo de papel enrollado plano compuesto, en el que ambos papeles base se giran simultáneamente y continuamente al girarlos, y los papeles base se superponen con papeles base verticales y horizontales.

15 La solicitud de patente japonesa JPS4871081U describe un cilindro de papel que se enrolla de manera que el inicio y el final de cada papel se superponen, siendo la capa exterior el papel horizontal en el que las fibras corren en la dirección axial y la capa interior es el papel vertical en el que las fibras corren en la dirección circunferencial.

20 La solicitud de patente japonesa JP2002001842A describe un tubo de papel en espiral que tiene una estructura formada mediante un método en donde la cinta de papel tiene fibras en dirección transversal en un ángulo recto o un ángulo obtuso a la dirección longitudinal y se enrolla y se une en una pluralidad de capas en espiral en un ángulo de inclinación suave a la línea central de un mandril de manera que las fibras en dirección transversal de la cinta de papel tienen un ángulo de inclinación opuesto al ángulo de inclinación del viento de la cinta de papel.

25 Por lo tanto, sería conveniente proporcionar un tubo de cartón especialmente adaptado para el embobinado de películas extensibles y/o plásticas que pueda resistir la compresión radial mientras permanece económico y relativamente fácil de fabricar.

#### Sumario

30 De acuerdo con un aspecto, se proporciona un tubo de cartón mejorado que satisface al menos una de las necesidades mencionadas anteriormente.

35 De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un tubo de cartón convoluto que comprende: un cuerpo tubular que tiene una pared del cuerpo tubular formada por una pluralidad de capas de una hoja de cartón enrollada en línea recta que tiene un peso igual a o menor de 300 gsm (300 g/m<sup>2</sup> de cartón), la hoja de cartón incluye una pluralidad de fibras, al menos la mayoría de las fibras están sustancialmente alineadas en una dirección tangencial con relación al cuerpo tubular para permitir que el tubo de cartón convoluto resista una fuerza de compresión radial igual a o mayor de 10 bar en la pared del cuerpo tubular.

40 En al menos una modalidad, la pared tiene un grosor de pared de menos de 7,5 mm.

En al menos una modalidad, la fuerza de compresión radial sobre la pared del cuerpo tubular es igual o mayor a 35 bar.

45 En al menos una modalidad, el grosor de la pared es menor que 5 mm y la fuerza de compresión radial sobre la pared del cuerpo tubular es igual o mayor que 28 bar.

En al menos una modalidad, todas las fibras están sustancialmente alineadas en la dirección del embobinado del tubo de cartón convoluto.

50 En al menos una modalidad, el cuerpo tubular tiene una resistencia a la tracción igual o superior a 60 kg/mm.

En al menos una modalidad, la hoja de cartón tiene un peso igual a o menor que aproximadamente 140 gsm (140 g/m<sup>2</sup>).

En al menos una modalidad, la pluralidad de capas de la hoja de cartón enrollado recto incluye de 6 a 10 capas.

55 En al menos una modalidad, la hoja de cartón incluye un borde cortado que define un hombro en la superficie externa del cuerpo tubular, el hombro tiene una altura sustancialmente igual o menor a aproximadamente 1,2 mm.

En al menos una modalidad, el cuerpo tubular tiene un nivel de humedad igual o inferior al 7 %, particularmente igual o inferior al 6 %, más particularmente de manera sustancial igual al 4,5 %.

60 En al menos una modalidad, la hoja de cartón tiene un ancho de lámina (w) definido en una dirección transversal de la hoja de cartón, el ancho de lámina es sustancialmente igual a una longitud del cuerpo tubular.

65 En al menos una modalidad, la pluralidad de capas de la hoja de cartón enrollado recto se pegan entre sí mediante el uso de un adhesivo seleccionado de un grupo que consiste en: acetato de polivinilo (PVA), dextrina y silicato.

En al menos una modalidad, el cuerpo tubular tiene un diámetro interior de entre aproximadamente 40 mm y 200 mm, particularmente de entre aproximadamente 74 mm y 78 mm, más particularmente de aproximadamente 76 mm.

5 En al menos una modalidad, la hoja de cartón enrollado recto tiene un grosor de la hoja de entre aproximadamente 0,72 mm y 1,2 mm.

10 El tubo de cartón convoluto descrito en la presente descripción es menos costoso de producir que los tubos de cartón enrollados en espiral o rectos existentes, ya que minimiza las materias primas requeridas para formar el tubo, mientras que es más resistente a las fuerzas radiales que se ejercen sobre el tubo por la película extensible enrollada alrededor de él.

15 Además, dado que las materias primas para formar el tubo de cartón convoluto provienen de rollos de cartón recortado, es decir, rollos de cartón rechazado, los costos de fabricación se reducen aún más, ya que los rollos de cartón recortado son menos costosos que los rollos usados normalmente para tales tubos. Además, el uso de rollos de cartón recortados como materia prima crea un impacto positivo en el medio ambiente, ya que no requiere la fabricación de nuevos rollos de cartón, lo que reduce los efectos de invernadero.

20 Dado que los rollos de cartón recortado vienen en longitudes que corresponden a las longitudes de los tubos generalmente requeridos para el embobinado de películas de plástico, es decir, entre 15 y 21 pulgadas (entre 38,1 y 53,34 cm), el cartón de los rollos de cartón recortado generalmente no requiere ningún corte a lo largo de su longitud, lo que reduce las etapas requeridas para fabricar el tubo de cartón convoluto de la invención. También elimina la necesidad de conectar varios tubos entre sí para formar un tubo convoluto de la longitud deseada.

25 Descripción breve de las figuras.

La Figura 1A es una vista en perspectiva de un tubo de cartón en espiral de la técnica anterior usado para embobinar películas de plástico o de plástico extensible.

30 La Figura 1B es una vista frontal del tubo de cartón en espiral de la técnica anterior de la Figura 1.

La Figura 2A es una vista en perspectiva de un tubo de cartón convoluto, de acuerdo con una modalidad de la invención, que muestra el tubo de cartón convoluto con una película de plástico enrollada alrededor de él, con fuerzas radiales que comprimen el tubo.

35 La Figura 2B es una vista frontal del tubo ilustrado en la Figura 2A.

La Figura 2C es otra vista en perspectiva de un tubo de cartón convoluto, de acuerdo con una modalidad preferida de la invención.

40 La Figura 3 es una vista en perspectiva que muestra un anillo de cartón durante una prueba de aplastamiento de anillo.

La Figura 4 es una vista en perspectiva de un aparato de fabricación de tubos convolutos.

45 La Figura 5A es una vista en perspectiva que muestra una porción del aparato de fabricación de tubos convolutos ilustrado en la Figura 4, que muestra los detalles del rodillo formador de tubos y el conjunto de corte.

50 La Figura 5B es una porción ampliada de la vista en perspectiva de la Figura 5A, tomada del área B y que muestra los detalles de un conjunto de extracción de tubo.

La Figura 6 es una vista en sección transversal lateral del aparato de fabricación de tubos convolutos ilustrado en la Figura 4.

55 La Figura 7 es una porción ampliada de la vista en sección transversal lateral de la Figura 6, tomada del área A y que muestra detalles de un mecanismo de agarre para acoplar un borde extremo del rollo de cartón.

60 La Figura 8A es un dibujo esquemático que muestra una vista en sección transversal lateral del rodillo formador de tubos ilustrado en la Figura 7, en una primera posición en la que los miembros de tobera de succión están en una posición extendida y el actuador de succión se activa para permitir que los miembros de tobera de succión se acoplen y mantengan el borde extremo del rollo de cartón.

65 La Figura 8B es un dibujo esquemático que muestra una vista en sección transversal lateral del rodillo formador de tubos ilustrado en la Figura 7, en una segunda posición en la que el rodillo formador de tubos se gira parcialmente con relación a la primera posición de manera que un primer embobinado del tubo de cartón convoluto se forma parcialmente alrededor del rodillo formador de tubos.

La Figura 8C es un dibujo esquemático que muestra una vista en sección transversal lateral del rodillo formador de tubos ilustrado en la Figura 7, en una tercera posición en la que el primer embobinado del tubo de cartón convoluto se forma completamente alrededor del rodillo formador de tubos.

5 La Figura 9A es una vista en perspectiva de una porción ubicada hacia el extremo de salida del aparato ilustrado en la Figura 5, con el borde extremo del rollo de papel posicionado entre el rodillo formador de tubo y un rodillo de sujeción superior, con el rodillo de sujeción superior separado hacia arriba del borde extremo.

10 La Figura 9B es una vista en perspectiva de una porción del aparato ilustrado en la Figura 5, con el rodillo de sujeción superior bajado hacia el rodillo formador de tubos para contener el borde final entre el rodillo de sujeción superior y el rodillo formador de tubos.

15 La Figura 9C es una vista en perspectiva de una porción del aparato ilustrado en la Figura 5, con el mecanismo de agarre activado para mantener el borde extremo contra el rodillo formador de tubos a medida que gira el rodillo formador de tubos.

20 La Figura 9D es una vista en perspectiva de una porción del aparato ilustrado en la Figura 5, con el tubo de cartón convoluto formado en el rodillo formador de tubos y el rodillo de sujeción superior aún bajado y colindando con el tubo de cartón convoluto.

La Figura 9E es una vista en perspectiva de una porción del aparato ilustrado en la Figura 5, con el rodillo de sujeción superior elevado por encima del tubo de cartón convoluto para liberar el tubo de cartón convoluto.

25 La Figura 9F es una vista en perspectiva de una porción del aparato ilustrado en la Figura 5, con el tubo de cartón convoluto retirado parcialmente del rodillo formador de tubos mediante un conjunto de extracción de tubos.

Si bien la invención se describirá junto con modalidades ilustrativas, se entenderá que el alcance de la invención como se reivindicó no se limita a tales modalidades.

### 30 Descripción detallada

En la siguiente descripción, las características similares en los dibujos se han dado números de referencia similares. En aras de la claridad, ciertos números de referencia se han omitido de las figuras si ya se han identificado en una figura anterior.

35 La resistencia de los tubos a las fuerzas radiales puede medirse con sistemas de medición diseñados específicamente para la industria del papel y el cartón.

40 A través de varios experimentos, el solicitante descubrió que los tubos de cartón enrollados rectos, o los tubos de cartón enrollados en espiral, ofrecen mejor resistencia a las fuerzas radiales que los tubos de cartón en espiral usados comúnmente.

45 El término "cartón" se refiere a un material a base de papel que varía en grosor y rigidez de acuerdo con el propósito para el que se va a usar.

El término "tubo de cartón convoluto" se refiere a un tubo enrollado en espiral o enrollado en espiral, en lugar de un tubo enrollado en espiral. Cada "capa" de la pared del tubo convoluto se refiere a un único embobinado de la hoja de cartón.

50 Específicamente, en al menos algunas circunstancias, se ha observado una mejora de la resistencia a la fuerza radial de al menos aproximadamente 21 % entre un tubo de cartón convoluto y un tubo en espiral convencional que tiene un mismo grosor de pared.

55 También se encontró que, en algunas circunstancias, la resistencia de los tubos laminados en línea a las fuerzas radiales puede ser una función de uno o más de los siguientes parámetros:

- la resistencia a la tracción (en kg/mm);
- la longitud y/u orientación de las fibras en el cartón; y
- el nivel de humedad dentro de las paredes que forman el tubo.

60 Experimentos adicionales han demostrado que la resistencia de los tubos de cartón laminados rectos a la compresión radial es suficiente cuando la resistencia a la tracción es mayor o igual a 60 kg/mm o aproximadamente 5900 bar·mm. La prueba para determinar esta relación consiste en unir el extremo superior de una hoja de cartón, por ejemplo, de 5 mm (ancho) x 100 mm (largo), y de aplicar una carga en su extremo opuesto inferior, hasta que la lámina se rompa. La relación se obtiene dividiendo la carga (en kg) por el grosor (en mm) de la lámina.

65

Al probar la compresión radial de varios tubos fabricados a partir de diferentes tipos de cartón, también se descubrió que, contrariamente a la creencia generalmente sostenida de que los tubos fabricados de láminas de cartón con fibras orientadas multidireccionalmente son más resistentes, los tubos fabricados de cartón que tienen la mayoría de sus fibras o todas sus fibras sustancialmente orientadas en la dirección del embobinado del tubo - es decir, en una dirección tangencial con relación al tubo - resultaron ser los más resistentes a las fuerzas radiales.

En algunos casos, el nivel de humedad dentro de un tubo de cartón puede afectar aún más su resistencia general. Al realizar una prueba de aplastamiento plano (durante la cual el tubo se coloca entre dos placas de compresión que aplican presión sobre la pared del tubo perpendicularmente a un eje longitudinal del tubo), se ha descubierto que una diferencia del 1 % en el nivel de humedad del tubo podría resultar en una pérdida de resistencia del 4 al 5 % del tubo a las fuerzas de aplastamiento. Por ejemplo, si el nivel de humedad en el tubo es del 5 %, se requerirá una presión de 10 bares para aplastar el tubo plano, mientras que cuando el nivel de humedad es del 6 %, la presión requerida para aplastar el tubo plano será de alrededor de 9,5 bares.

Los experimentos realizados por el solicitante han demostrado que cuando se prueba la resistencia de los tubos a la compresión radial en la que se aplican fuerzas al tubo en una dirección radial con relación al tubo (en lugar de la compresión recta o perpendicular, como se describió anteriormente), una diferencia del 1 % en el nivel de humedad del tubo da como resultado una pérdida de resistencia del 10 %-12 % del tubo. Otros experimentos realizados por los solicitantes han demostrado que un tubo tiene suficiente resistencia a la compresión radial cuando el nivel de humedad dentro del tubo es menor que 7 %, o más específicamente de menos de 6 %, y que su resistencia se estabiliza cuando el nivel de humedad es de alrededor de 4,5 %.

Con referencia a la Figura 1, se muestra un rollo de película de plástico convencional 5 que comprende un tubo de cartón en espiral convencional 10 y una película de plástico o película extensible 12 enrollada alrededor del tubo 10. Debido a sus propiedades extensibles, la película plástica 12 comprime el tubo sobre el cual está enrollada con una fuerza de compresión radial F que generalmente se distribuye alrededor de toda la circunferencia del tubo 10 radialmente con respecto al tubo 10 y hacia un eje longitudinal central del tubo 10. Por el contrario, un tubo sobre el que se enrolla un material con diferentes propiedades, tal como papel que no es sustancialmente extensible, no se sometería a fuerzas radiales. En cambio, la fuerza principal a la que se sometería el tubo sería una fuerza descendente del peso del papel en el tubo, que tendería a comprimir o doblar el tubo.

Con referencia a la Figura 2A y 2B, se muestra un rollo de película de plástico 15. El rollo de película de plástico 15 incluye un tubo de cartón convoluto 20, de acuerdo con una modalidad, y una película de plástico 50 enrollada alrededor del tubo de cartón convoluto 20. Específicamente, la película plástica 50 forma una pluralidad de embobinados de película plástica alrededor del tubo de cartón convoluto 20. Los devanados de película de plástico crean una fuerza de compresión radial F en el tubo de cartón convoluto 20, y el tubo de cartón convoluto 20 está diseñado para resistir esta fuerza de compresión radial F. El tubo de cartón convoluto 20 tiene un cuerpo tubular 22 que se define por una pared del cuerpo tubular 24 formada por varias capas 26 de una hoja de cartón enrollada recta. Específicamente, el cuerpo 22 del tubo 20 se fabrica mediante enrollado o embobinado recto de una lámina continua de cartón o material a base de papel. El proceso de "enrollado" o "embobinado recto" significa que cada embobinado después del primer embobinado se superpone al embobinado anterior en una dirección de embobinado que es sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del tubo 20. En esta configuración, el grosor de la pared 24 del tubo 20 corresponde por lo tanto sustancialmente al grosor de la hoja de cartón multiplicado por el número de veces que se ha enrollado la lámina.

En una modalidad, la hoja de cartón enrollado recto tiene un grosor de la hoja de entre aproximadamente 0,72 mm y 1,2 mm, y el cuerpo tubular 22 incluye de 6 a 10 capas de la hoja de cartón enrollado recto. Por lo tanto, la pared 24 puede tener un grosor de pared inferior a 7,5 mm, y más específicamente inferior a 7,2 mm. Alternativamente, la hoja de cartón enrollado recto podría tener cualquier otro grosor adecuado y el cuerpo tubular 22 podría incluir menos de 6 capas o más de 10 capas de la hoja de cartón enrollado recto de manera que la pared 24 pueda tener cualquier otro grosor de pared adecuado.

De acuerdo con la invención, la hoja de cartón laminado recto tiene un peso igual o menor a aproximadamente 300 gsm o 300 g/m<sup>2</sup>, y más específicamente de menos de aproximadamente 140 gsm o 140 g/m<sup>2</sup>.

En una modalidad, el cuerpo tubular 22 tiene un diámetro interior de entre aproximadamente 40 mm y 200 mm, y más específicamente de entre aproximadamente 74 mm y 78 mm, y aún más específicamente de aproximadamente 76 mm. Alternativamente, el cuerpo tubular 22 puede tener cualquier otro diámetro interno adecuado.

En la modalidad ilustrada, la hoja de cartón incluye un borde cortado 60 que se forma cuando la hoja de cartón se corta, ya sea antes de formar el tubo de cartón convoluto 20 o después de que se forma el tubo de cartón convoluto 20. El borde cortado 60 corresponde al final del devanado más externo de la hoja de cartón en el tubo convoluto de cartón 20. El borde cortado 60 está asegurado en la superficie externa del cuerpo tubular 22 y, debido al grosor de la hoja de cartón, define un escalón u hombro 62 en la superficie externa del cuerpo tubular 22. El hombro 62 puede tener por lo tanto una altura que corresponde sustancialmente al grosor de la lámina de la hoja de cartón. Por ejemplo, en una modalidad, el hombro 62 tiene una altura que es sustancialmente igual o menor a aproximadamente 1,2 mm,

o más específicamente entre aproximadamente 0,72 mm y 1,2 mm. Alternativamente, el hombro 62 puede tener cualquier otra altura adecuada.

5 En una modalidad, las capas de la hoja de cartón se pegan entre sí mediante el uso de un adhesivo seleccionado de un grupo que consiste en: PVA, dextrina y silicato. Alternativamente, las capas de la hoja de cartón podrían asegurarse juntas mediante el uso de cualquier otro adhesivo adecuado o cualquier otra técnica de sujeción adecuada.

10 Como se muestra en la Figura 2C, la hoja de cartón 28 contiene fibras 30 que están sustancialmente orientadas en la dirección de la circunferencia del cuerpo tubular 22. En otras palabras, las fibras 30 se orientan en la dirección del embobinado de la hoja de cartón 28, o a lo largo de la longitud de la lámina continua desenrollada 28 (es decir, en una dirección tangencial con relación al tubo 20). Las fibras 30 también son preferentemente largas, como se encuentra comúnmente en láminas de cartón o basadas en papel usadas para cajas y bolsas. En una modalidad, todas las fibras 30 en la hoja de cartón 28 se alinean en la dirección del embobinado de la hoja de cartón 28. Alternativamente, no todas, pero una mayoría de las fibras están alineadas en la dirección del embobinado de la hoja de cartón 28.

15 En la modalidad ilustrada, el cartón usado para formar el tubo 20 se caracteriza por una relación de resistencia a la tracción sustancialmente igual a o mayor que aproximadamente 60 kg/mm. Alternativamente, el cartón usado para formar el tubo 20 podría tener una relación de resistencia a la tracción mayor o menor. La Figura 3 muestra un ejemplo de un método para medir la relación de resistencia a la tracción de una hoja de cartón tal como la hoja de cartón 32. En este ejemplo, la relación de resistencia a la tracción se mide fijando la hoja de cartón 32 o una parte de la hoja de cartón 32, que tiene un grosor  $t$  predeterminado, una longitud  $l$  y un ancho  $w$ , en un extremo y fijando una carga 34 en su otro extremo lo que crea tensión en la hoja de cartón 32. La carga se aumenta hasta que la lámina 32 se rompe o se rompe.

20 En una modalidad, el nivel de humedad del tubo de cartón convoluto 20, medido dentro de la pared 24 del cuerpo tubular 22, es sustancialmente igual o menor a aproximadamente 7 %, y más específicamente sustancialmente igual o menor a aproximadamente 6 %, e incluso más específicamente de 4,5 %. Se ha observado que al menos en algunas circunstancias, un nivel de humedad inferior al 7 %, y más específicamente inferior al 6 %, proporciona al tubo 20 una resistencia mejorada a las compresiones radiales. Alternativamente, el tubo de cartón convoluto 20 podría tener un nivel de humedad superior a aproximadamente el 7 %.

25 Si bien la hoja de cartón 32 usada para formar el tubo 20 puede fabricarse específicamente para este propósito, la hoja de cartón 28 proviene preferentemente de rollos de cartón recortado. En otras palabras, la materia prima usada para formar el tubo de cartón 20 proviene del papel rechazado de las fábricas de papel. Esto proporciona una gran ventaja con respecto a los costos de la materia prima usada para fabricar los tubos de cartón 20 para aplicaciones de compresión radial, ya que reduce directamente el costo total de los tubos 20. Alternativamente, la hoja de cartón 28 puede no provenir de rollos de cartón recortado y, en su lugar, puede incluir otros tipos de cartón.

30 En una realización, el tubo de cartón convoluto 20 tiene una longitud  $L_t$  y la hoja de cartón 32 procede de rollos que tienen una longitud  $L_r$  correspondiente a la longitud  $L_t$ . Esta característica de la hoja de cartón 32 elimina la necesidad de cortar la lámina a lo largo de su longitud al fabricar el tubo 20. También elimina la necesidad de conectar varios tubos entre sí para formar un tubo de cartón convoluto de una longitud deseada. De hecho, rollos de cartón recortado  $L_r$  generalmente vienen en longitudes de 15 a 21 pulgadas (entre 38,1 y 53,34 cm), lo que corresponde ventajosamente a la longitud  $L_t$  de tubos de cartón utilizados para embobinar películas extensibles.

35 En otra modalidad, los rollos de cartón recortado  $L_r$  podrían en cambio ser más largos que la longitud requerida o deseada  $L_t$  de tubos de cartón. En esta modalidad, se podría formar un tubo de cartón inicial y luego cortarlo en uno o más tubos de cartón que tengan la longitud  $L_t$  requerida o deseada.

40 Alternativamente, cuando la longitud  $L_r$  del rollo de hoja de cartón no corresponde exactamente a la longitud deseada del tubo de cartón convoluto 20, el tubo 20 puede formarse mediante al menos dos tubos de cartón convoluto conectados entre sí de cualquier manera adecuada, tal como con adhesivo, juntas macho-hembra, o mediante el enrollado de una banda de acabado alrededor de los tubos unidos.

45 Ejemplo 1

50 La Tabla 1 más abajo contiene los resultados de las pruebas realizadas en un primer conjunto de tubos de cartón convoluto, en comparación con los resultados de las pruebas similares realizadas en tubos en espiral convencionales. Específicamente, cada prueba se realizó en un tubo que tenía una longitud de 150 mm. La prueba consistió en aplicar una fuerza radialmente hacia dentro de manera uniforme alrededor de toda la circunferencia del tubo y se aumentó gradualmente hasta el fallo del tubo. La fuerza aplicada se divide después por el área sobre la cual se aplica la fuerza para obtener un valor de resistencia a la compresión radial última para los tubos que es independiente del tamaño (es decir, diámetro y longitud) del tubo.

65

## ES 3 023 312 T3

Tabla 1: Comparación de la resistencia a la compresión radial entre tubos en espiral convencionales y tubos de cartón convoluto para diferentes grosores de pared (primera serie de pruebas)

Prueba #	Grosor de cartón (mm)	Resistencia máxima a la compresión radial (bar)		Mejora de la resistencia a la compresión radial (%)
		Tubo en espiral convencional	Tubo de cartón convoluto	
1.1	2,7	12	15	20 %
1.2	4,6	20	25,42	21 %
1.3	7,9	38	44	14 %
1.4	10,2	49	55	11 %

Los resultados de la Tabla 1 muestran que la resistencia a la compresión radial de los tubos de cartón convolutos es mayor que la de los tubos en espiral correspondientes para cada grosor de cartón probado. En al menos un caso (es decir, un grosor de cartón de 4,6 mm), el tubo de cartón convoluto mostró incluso una mejora de aproximadamente 21 % en la resistencia a la compresión radial con respecto al tubo en espiral correspondiente.

### Ejemplo 2

La Tabla 2 más abajo contiene los resultados de las pruebas realizadas en un segundo conjunto de tubos de cartón convoluto, nuevamente comparados con los resultados de pruebas similares realizadas en tubos en espiral convencionales. La prueba consistió nuevamente en aplicar una fuerza radialmente hacia dentro de manera uniforme alrededor de toda la circunferencia del tubo y se fue aumentando gradualmente hasta que el tubo falló. Se seleccionaron tubos en espiral convencionales y tubos de cartón convolutos con varios grosores de cartón, y la prueba se repitió en tres tubos de cartón convolutos para cada grosor de cartón. En este ejemplo, tanto el tubo en espiral convencional como el tubo de cartón convoluto probado estaban hechos de cartón que tenía un peso de 160 gsm (160 g/m<sup>2</sup>) y un nivel de humedad de aproximadamente 5 %.

Tabla 2: Comparación de la resistencia a la compresión radial entre tubos en espiral convencionales y tubos de cartón convoluto para diferentes grosores de pared (segunda serie de pruebas)

Prueba #	Grosor de cartón (mm)	Resistencia máxima a la compresión radial (bar)		Resistencia a la compresión radial máxima por unidad de grosor (barra/mm)	
		Tubo en espiral convencional	Tubo de cartón convoluto	Tubo en espiral convencional	Tubo de cartón convoluto
2.1	3	12	18,34	4,00	6,11
2.2	3	12	17,65	4,00	5,88
2.3	3	12	18,48	4,00	6,16
2.4	3,5	15	24,83	4,29	7,09
2.5	3,5	15	26,36	4,29	7,53
2.6	3,5	15	25,21	4,29	7,20
2.7	3,8	18	26,78	4,74	7,05
2.8	3,8	18	24,68	4,74	6,49
2.9	3,8	18	23,95	4,74	6,30

En este ejemplo, además de determinar la resistencia a la compresión radial final para cada tubo como se hizo en el Ejemplo 1, también se determinó la resistencia a la compresión radial final por unidad de grosor. Los resultados muestran que la resistencia máxima a la compresión radial de los tubos de cartón convolutos configurados como se describe en la presente descripción es consistentemente mayor que la resistencia máxima a la compresión radial del tubo en espiral convencional para el mismo grosor de tubo.

### Aparato de fabricación de tubos convolutos

El siguiente aparato de fabricación de tubos convolutos no está de acuerdo con la invención y está presente solo con fines ilustrativos.

Ahora, al volver a las Figuras 4 a 7, se muestra un aparato de fabricación de tubos convolutos 100 para fabricar un tubo enrollado convoluto tal como el tubo de cartón convoluto 20, de acuerdo con una modalidad. En esta modalidad, el aparato 100 incluye un bastidor 102 que tiene un extremo de entrada 104 en el que se proporciona papel al aparato 100 y un extremo de salida 106 ubicado opuesto al extremo de entrada 104. El bastidor 102 se configura para recibir un rollo de papel 150 en el extremo de entrada 104 para alimentar papel hacia el extremo de salida 106. Específicamente, el rollo de papel 150 es giratorio alrededor de un eje de balanceo R<sub>1</sub> para desenrollar una longitud de papel, o una hoja de cartón desenrollada 160, del rollo de papel 150. La hoja de cartón desenrollada 160 incluye un borde extremo 152 (mejor mostrado en la Figura 7) que se mueve en una dirección de la máquina M hacia el extremo de salida 106 mediante una pluralidad de rodillos intermedios 110 dispuestos entre los extremos de entrada

y salida 104, 106. En una modalidad, los rodillos intermedios 110 son además móviles selectivamente hacia arriba y hacia abajo mediante los actuadores correspondientes para permitir al usuario establecer una tensión deseada en la hoja de cartón desenrollada 160.

5 La "dirección de la máquina" M se refiere a una dirección de desplazamiento de la hoja de cartón desenrollada 160 a través del aparato 100, desde el extremo de entrada 104 hasta el extremo de salida 106. Esta dirección también es tangencial al rodillo de papel y perpendicular al eje de balanceo  $R_1$ . La "dirección transversal" T se refiere a una dirección que es sustancialmente perpendicular a la dirección de la máquina.

10 El aparato 100 incluye además un rodillo formador de tubos 112 que se conecta de manera giratoria al bastidor 102 y es giratorio alrededor de un eje de balanceo de tubo  $R_2$ . El rodillo formador de tubos 104 está configurado para acoplarse al borde de extremo 152 del rollo de papel 150 y gira para enrollar o embobinar el rollo de papel 150 alrededor del rodillo formador de tubos 104. Específicamente, el aparato 100 incluye un mecanismo de agarre 200 para acoplar el borde extremo de la lámina de papel desenrollada. Esto permite que el borde final 152 de la lámina de papel desenrollada se guíe a lo largo de una trayectoria circular alrededor del rodillo formador de tubos 104 para formar el primer embobinado del tubo convoluto. Una vez formado el primer embobinado del tubo, el borde de extremo 152 queda encajado bajo la lámina de papel desenrollada que se está enrollando sobre él y por lo tanto el mecanismo de prensión 200 puede desactivarse. Alternativamente, el mecanismo de prensión 200 podría permanecer activado durante toda la formación del tubo de cartón convoluto 20.

20 El rodillo formador de tubos 104 tiene un diámetro que es sustancialmente igual al diámetro interno del tubo de cartón convoluto 20. En una modalidad, el rodillo formador de tubos 104 tiene un diámetro de entre aproximadamente 40 mm y 200 mm, y más específicamente de entre aproximadamente 74 mm y 78 mm, e incluso más específicamente de aproximadamente 76 mm. Alternativamente, el rodillo formador de tubo 104 podría tener un diámetro mayor o menor.

25 En esta configuración, tanto el desenrollado del papel del rollo de papel 150 como el enrollado o convoluto de la hoja de cartón desenrollada 160 alrededor del rodillo formador de tubos 112 pueden realizarse, por lo tanto, en un movimiento continuo. Específicamente, el rodillo formador de tubos 112 está orientado de manera que cuando el rollo de papel 150 se recibe en el bastidor 102, el eje de balanceo de tubos  $R_2$  y el eje de balanceo  $R_1$  son paralelos entre sí. Por lo tanto, la hoja de cartón desenrollada 160 sigue moviéndose en la dirección de la máquina a medida que se desenrolla del rollo de papel 150 y se enrolla alrededor del rodillo de formación de tubos 112 para formar el tubo de cartón convoluto 20.

35 En una modalidad en la que el tubo de cartón convoluto incluye una pluralidad de fibras de las cuales al menos una mayoría se alinea en una dirección tangencial con relación al tubo de cartón convoluto 20, el rollo de papel 150 se selecciona de manera que el cartón del rollo de papel incluye fibras que también están orientadas en una dirección tangencial con relación al rollo de papel 150, es decir, en la dirección de la máquina. Por lo tanto, las fibras permanecen alineadas en la dirección de la máquina M mientras la hoja de cartón desenrollada 160 se desplaza desde el extremo de entrada 104 al extremo de salida 106.

40 En la modalidad ilustrada, el aparato 100 incluye además un conjunto de aplicación de adhesivo para aplicar adhesivo a la hoja de cartón desenrollada 160 que se enrolla en el rodillo formador de tubo 112. En una modalidad, el conjunto de aplicación de adhesivo está configurado para aplicar adhesivo en un lado inferior de la hoja de cartón desenrollada 160, aguas arriba del rodillo formador de tubo 112, de modo que a medida que la hoja de cartón desenrollada 160 se enrolla para formar un embobinado sobre un embobinado previo debajo, la hoja de cartón desenrollada 160 se pega al mismo tiempo sobre el embobinado anterior. En otra modalidad, el conjunto de aplicación de adhesivo podría configurarse en su lugar para aplicar adhesivo en un lado exterior de cada embobinado a medida que realiza una rotación completa alrededor del rodillo formador de tubos 112 y se mueve debajo de la hoja de cartón desenrollada 160 que forma un nuevo embobinado sobre él, de esta manera se pega el embobinado a la parte inferior de la hoja de cartón desenrollada 160. En una modalidad, el adhesivo podría seleccionarse de un grupo que consiste en PVA, dextrina y silicato. Alternativamente, el adhesivo podría incluir cualquier otro adhesivo adecuado.

50 En la modalidad ilustrada, la pieza de hoja de cartón que forma el tubo de cartón convoluto 20 solo se separa del resto de la hoja de cartón desenrollada 160 una vez que se ha formado el tubo de cartón convoluto 20. Específicamente, el aparato 100 incluye además un conjunto de corte ubicado aguas arriba del rodillo formador de tubos 112, hacia el extremo de entrada 104. Una vez que la hoja de cartón desenrollada 160 se ha enrollado un número deseado de veces para formar un número deseado de embobinados y un grosor deseado del tubo de cartón convoluto 20, el conjunto de corte puede moverse hacia la hoja de cartón desenrollado 160 para separar el tubo de cartón convoluto formado 20 del resto de la hoja de cartón desenrollada 160. En esta configuración, el aparato 100 manipula por lo tanto una sola pieza de papel, es decir, la hoja de cartón desenrollada 160, en lugar de múltiples piezas separadas, lo que simplifica el proceso de fabricación.

60 Alternativamente, la pieza de hoja de cartón que forma el tubo de cartón convoluto 20 que se usa para formar el tubo de cartón convoluto 20 puede separarse del resto de la hoja de cartón desenrollada 160 antes de formar el tubo de cartón convoluto 20.

- Ahora, al volver a las Figuras 7 a 8C, el mecanismo de agarre 200 incluye una pluralidad de aberturas de succión 202 definidas en el tubo que forma el rodillo 112. Específicamente, el rodillo formador de tubos 112 es hueco e incluye un canal interior 204 en comunicación de fluidos con las aberturas de succión 202. El canal interior 204 se conecta además operativamente a una fuente de vacío tal como una bomba o similar para crear succión a través de las aberturas de succión 202. Específicamente, la succión creada es suficiente para mantener el borde de extremo 152 contra el rodillo formador de tubo 112.
- En la modalidad ilustrada, las aberturas de succión 202 están alineadas entre sí sustancialmente paralelas al eje de balanceo de tubo  $R_2$ . Alternativamente, las aberturas de succión 202 podrían disponerse en cualquier otro patrón adecuado. Aún en la modalidad ilustrada, cada abertura de succión 202 es sustancialmente circular, pero alternativamente, las aberturas de succión 202 podrían ser alargadas o tener cualquier otra forma.
- En la modalidad ilustrada, el mecanismo de agarre 200 incluye además una pluralidad de miembros de tobera de succión 220. Cada miembro de tobera 220 se recibe en una abertura de succión correspondiente 202 y es móvil con relación al rodillo formador de tubo 112. Específicamente, cada miembro de boquilla de succión 220 se puede mover selectivamente entre una posición extendida en la que el miembro de boquilla de succión 220 se extiende parcialmente hacia fuera desde la correspondiente abertura de succión 202 y una posición retraída en la que el miembro de boquilla de succión 220 está completamente retraído dentro del rodillo formador de tubo 112.
- En la modalidad ilustrada, cada miembro de tobera de succión 220 se conecta a un actuador de miembro de tobera 222 tal como un actuador solenoide o un electroimán que, cuando se activa, mueve el miembro de tobera de succión 220 de la posición retraída a la posición extendida. Aún en la modalidad ilustrada, el miembro de tobera de succión 220 se conecta además a un miembro de resorte 224 que sesga el miembro de tobera de succión 220 hacia la posición retraída. En esta modalidad, cuando el actuador del miembro de tobera 222 se desactiva, el miembro de resorte 224 mueve el miembro de tobera de succión 220 desde la posición extendida de vuelta a la posición retraída. Alternativamente, el actuador del miembro de boquilla 222 podría incluir en su lugar un actuador de dos vías que podría mover el miembro de boquilla de succión 220 desde la posición retraída a la posición extendida y desde la posición extendida a la posición retraída.
- Como se muestra en la Figura 8A, el miembro de tobera de succión 220 está primero en la posición extendida para acoplarse al borde final 152 o a la hoja de cartón desenrollada 160 proximal al borde final 152. En esta posición, la fuente de vacío se activa además para proporcionar succión a través del miembro de tobera de succión 220. A medida que el rodillo formador de tubo 112 gira hacia adelante, como se muestra en la Figura 8B, el miembro de tobera de succión 220 mantiene la hoja de cartón desenrollada 160 contra el rodillo formador de tubos 112. El rodillo formador de tubo 112 se gira entonces adicionalmente hasta que el borde final 152 se introduce debajo de la hoja de cartón desenrollada 160 y se forma el primer embobinado, como se muestra en la Figura 8C. En este punto, la fuente de vacío podría desactivarse y los miembros de tobera de succión 220 podrían moverse a la posición retraída a medida que se forman los devanados restantes. En una modalidad, la fuente de vacío podría permanecer activada y los miembros de boquilla de succión 220 podrían permanecer en la posición extendida a medida que se forman los primeros embobinados para asegurar que haya suficiente fricción entre los embobinados para evitar que los embobinados se deshagan del rodillo formador de tubos 112 antes de mover los miembros de boquilla de succión 220 en la posición retraída.
- En una modalidad, el rodillo formador de tubo 112 se hace girar a una primera velocidad de rotación cuando se forma el primer embobinado o los primeros embobinados, y después se hace girar a una segunda velocidad de rotación mayor que la primera velocidad de rotación cuando se forman los embobinados restantes. Alternativamente, el rodillo formador de tubo 112 podría girar en su lugar a velocidad constante a través de la formación de todos los devanados.
- Aún en la modalidad ilustrada, el aparato 100 incluye además un rodillo de sujeción superior 300 conectado de manera giratoria al bastidor 102 y dispuesto por encima del rodillo formador de tubos 112. Específicamente, el rodillo de sujeción superior 300 se extiende generalmente paralelo al rodillo formador de tubo 112 y es móvil sustancialmente en forma vertical. El rodillo de sujeción superior 300 se conecta operativamente además a un actuador del rodillo de sujeción superior para mover selectivamente el rodillo de sujeción superior 300 entre una posición de reposo en la que el rodillo de sujeción superior 300 se separa hacia arriba del rodillo formador de tubos 112 y una posición de sujeción en la que el rodillo de sujeción superior se baja hacia el rodillo formador de tubos 112 para mantener la hoja de cartón desenrollada 160 contra el rodillo formador de tubos 112. Alternativamente, el aparato 100 puede no incluir un rodillo de sujeción superior 300.
- En la modalidad ilustrada, el aparato 100 incluye además un conjunto de extracción de tubos 400 para retirar el tubo de cartón convoluto 20 del rodillo formador de tubos 112 una vez formado. Específicamente, el conjunto de extracción de tubos 400 incluye un carro 402 que se puede mover a lo largo de una trayectoria de desplazamiento paralela al eje de balanceo del tubo  $R_2$  y un elemento de tope 404 asegurado al carro 402 y ubicado proximal al rodillo formador de tubo 112.
- Como se muestra en las Figuras. 5A y 5B, el carro 402 se monta operativamente en una pista de carro 406 que se extiende debajo del rodillo formador de tubos 112 y es móvil a lo largo de la misma. El elemento colindante 404 se

conecta al carro 402 a través de un miembro de soporte 408 que se extiende sustancialmente de manera vertical entre el carro 402 y el elemento colindante 404. En la modalidad ilustrada, el elemento colindante 404 incluye un miembro anular 410 que se extiende coaxialmente alrededor del rodillo de formación de tubos 112. Específicamente, el miembro anular 410 tiene un diámetro interior que es menor que el diámetro exterior del tubo de cartón convoluto 20 formado. En esta configuración, el movimiento del carro 402 a lo largo de su trayectoria de desplazamiento sobre la pista del carro 406 hace que el miembro anular 410 se mueva a lo largo del rodillo formador de tubos 112 y empuje el tubo de cartón convoluto 20 formado hacia un extremo del rodillo formador de tubos 112 hasta que se retire completamente del rodillo formador de tubos 112. El carro 402 puede entonces volver a su posición inicial y un nuevo tubo de cartón convoluto 20 puede formarse entonces en el rodillo formador de tubos 112.

Se apreciará que el aparato 100 descrito anteriormente proporciona una forma relativamente rápida y completamente automatizada de fabricar tubos de cartón convolutos tales como el tubo de cartón convoluto 20. Por ejemplo, en algunas modalidades, el aparato 100 podría configurarse para enrollar la hoja de cartón desenrollada 160 para formar el tubo de cartón convoluto 20 a una velocidad de aproximadamente 1 m/s a aproximadamente 2 m/s, y para formar en promedio aproximadamente tres tubos de cartón enrollados 20 por minuto. Además, mediante el uso de un rollo de papel que incluye fibras de las cuales al menos una mayoría se alinea en una dirección tangencial, es decir, en la dirección de la máquina M, el tubo de cartón convoluto 20 formado incluye una pluralidad de fibras de las cuales una mayoría también se alinea en una dirección tangencial, lo que, como se explicó anteriormente, proporciona una resistencia a la compresión radial mejorada al tubo de cartón convoluto 20.

Mover la hoja de cartón desenrollada 160 en una única dirección, es decir, la dirección de la máquina M, en lugar de cortar la hoja de cartón desenrollada 160 que luego se mueve independientemente lateralmente, por ejemplo, simplifica y acelera aún más el proceso de fabricación.

Proceso de fabricación de tubos de cartón convoluto

El siguiente proceso de fabricación de tubos convolutos no está de acuerdo con la invención y está presente solo con fines ilustrativos.

Pasando ahora a las Figuras. 9A a 9F, se muestra un método para fabricar un tubo de cartón convoluto tal como el tubo de cartón convoluto 20, de acuerdo con una modalidad. Aunque el siguiente método se describe en relación con el aparato 100 descrito anteriormente, se entenderá que esto es solo un ejemplo y que el método podría realizarse en su lugar con un aparato diferente.

Un rollo de papel tal como el rollo de papel 150 se proporciona primero y se desenrolla. Específicamente, el rollo de papel incluye cartón que se ha preseleccionado de acuerdo con una característica deseada. Por ejemplo, el rollo de papel 150 incluye un cartón preseleccionado que comprende una pluralidad de fibras que se alinean sustancialmente en una dirección tangencial con relación al rollo de papel 150.

En la modalidad ilustrada, el rollo de papel 150 se instala en el bastidor 102, hacia el extremo de entrada 104, como se muestra en la Figura 4. El rollo de papel 150 puede entonces desenrollarse en la dirección de la máquina M para formar la hoja de cartón desenrollada 160. Luego, el borde del extremo 152 se mueve hacia el extremo de salida 106 hasta que se acopla al rodillo formador de tubos 112.

La hoja de cartón desenrollada 160 puede enrollarse recta o convoluta para formar el tubo de cartón convoluto 20 de manera que el tubo de cartón convoluto 20 incluya las fibras alineadas en la dirección de la máquina M. En una modalidad, la hoja de cartón desenrollada 160 puede enrollarse a una velocidad de entre aproximadamente 1 y 3 m/s. Alternativamente, la hoja de cartón desenrollada 160 podría enrollarse a una velocidad más baja o más alta.

Con referencia a la Figura 9A, para convolucionar la hoja de cartón desenrollada 160 para formar el tubo de cartón convoluto 20 de acuerdo con una modalidad, el borde final 152 se coloca por encima del rodillo formador de tubos 112. El rodillo de sujeción superior 300 está en la posición de inactividad de manera que se separa hacia arriba del rodillo formador de tubos 112 y el borde final 152 se coloca entre el rodillo formador de tubos 112 y el rodillo de sujeción superior 300.

Como se muestra en la Figura 9B, el rodillo de sujeción superior 300 se baja entonces a la posición de sujeción, en la que colinda con la hoja de cartón desenrollada 160 por encima del rodillo formador de tubos 112. Luego se activa la fuente de vacío para crear succión a través de las aberturas de succión 202 para mantener el borde de extremo 152 contra el rodillo formador de tubo 112. Los miembros de tobera de succión 220 pueden colocarse además en la posición extendida.

Como se muestra en la Figura 9C, el rodillo formador de tubo 112 puede girarse hacia adelante para formar el primer embobinado, con el borde final 152 manteniéndose contra el rodillo formador de tubo 112. El rodillo formador de tubos 112 puede entonces girarse, además, a la misma velocidad o a una velocidad mayor, para formar los devanados restantes, durante el cual la fuente de vacío puede desactivarse y los miembros de tobera de succión 220 pueden moverse de regreso a la posición retraída. Se proporciona además un adhesivo tal como PVA, dextrina o silicato a

medida que se gira el rodillo formador de tubos 112, como se describió anteriormente. En una modalidad, el rodillo formador de tubos se gira en total de 6 a 10 veces para formar un tubo de cartón convoluto 20 que tiene de 6 a 10 capas de cartón. Alternativamente, el rodillo formador de tubos podría girarse en total menos de 6 veces o más de 10 veces.

5 La Figura 9D muestra el tubo de cartón convoluto 20 formado alrededor del rodillo formador de tubos 112, con el rodillo de sujeción superior 300 colindando con el tubo de cartón convoluto 20. Como se muestra en la Figura 9E, el rodillo de sujeción superior 300 se eleva de nuevo a su posición de inactividad. La hoja de cartón desenrollada 160 se corta en una dirección de ancho, proximal al rodillo formador de tubos 112, para separar el tubo de cartón convoluto 20 del resto de la hoja de cartón desenrollada 160. En una modalidad, la hoja de cartón desenrollada 160 se corta antes de que se eleve el rodillo de sujeción superior 300, pero alternativamente, podría cortarse después de que se eleve el rodillo de sujeción superior 300.

15 Como se muestra en la Figura 9F, el tubo de cartón convoluto 20 puede retirarse entonces del rodillo formador de tubos 112. En la modalidad ilustrada, el tubo de cartón convoluto 20 se retira usando el conjunto de extracción de tubos 400. Específicamente, el carro 402 se mueve a lo largo de la pista de carro 406 de manera que el miembro anular 110 empuja el tubo de cartón convoluto 20 hacia un extremo del rodillo formador de tubos 112 y completamente fuera del rodillo formador de tubos 112.

20 Se apreciará que la ubicación en la que se cortó la hoja de cartón desenrollado 160 ahora define un nuevo borde final de la hoja de cartón desenrollado 160, que después puede acoplarse mediante el mecanismo de agarre 200 para formar un nuevo tubo de cartón convoluto 20.

25 En una modalidad, el adhesivo se establece entonces. Específicamente, el adhesivo podría fijarse simplemente esperando una cierta cantidad de tiempo. Alternativamente, el adhesivo podría fijarse o curarse mediante el uso de una técnica activa de fijación de adhesivo tal como mediante el uso de luz ultravioleta, calor o cualquier otra técnica adecuada.

30 En una modalidad, el tubo de cartón convoluto 20 también puede secarse para reducir su nivel de humedad a un nivel de humedad deseado, que podría ser sustancialmente igual o menor que aproximadamente 7 % y más específicamente de aproximadamente 4,5 %. El secado podría realizarse dejando que el tubo de cartón convoluto 20 se asiente en un ambiente relativamente seco durante una cierta cantidad de tiempo, o podría realizarse mediante el uso de un aparato de secado. Alternativamente, el tubo de cartón convoluto 20 no se puede secar.

35 En una modalidad, una película tal como la película de plástico 50 puede enrollarse alrededor del tubo de cartón convoluto 20 para formar el rollo de película de plástico 15. Específicamente, el embobinado de la película de plástico 50 alrededor del tubo de cartón convoluto 20 podría realizarse en la misma instalación, es decir, una instalación de fabricación de rollos de película de plástico, como la fabricación del tubo de cartón convoluto 20. Por ejemplo, si el tubo de cartón convoluto 20 se fabrica mediante el uso del aparato 100, el aparato 100 puede proporcionarse en la instalación de fabricación de rollos de película plástica. Esto puede contribuir a mantener el tubo de cartón convoluto 20 en el nivel de humedad deseado reduciendo el tiempo, el número de manipulaciones y los cambios potenciales en el entorno entre la fabricación del tubo de cartón convoluto 20 y la fabricación del rollo de película plástica 15. Alternativamente, el tubo de cartón convoluto 20 podría fabricarse en una primera instalación tal como una instalación de fabricación de tubos de cartón convoluto y después transportarse a una segunda instalación tal como una instalación de fabricación de rollos de película plástica donde la película plástica 50 se enrolla alrededor del tubo de cartón convoluto 20.

Ventajas del tubo de cartón mejorado:

50 Como puede apreciarse, el tubo convoluto 20 de la invención es menos costoso de fabricar que los conocidos en la técnica, no solo porque usa cartón recortado o rechazado como materia prima (de hecho, los rollos de cartón recortado, o los rollos rechazados son relativamente costosos con relación al costo del cartón usado hasta ahora para fabricar tubos o mandriles de bobinado convoluto o en espiral), sino también porque se requiere menos material para formar los tubos, gracias a la selección de cartones con propiedades específicas (peso, resistencia a la tracción, nivel de humedad, orientación de las fibras). La invención también ayuda a reducir los efectos invernadero mediante el uso de cartón recortado como su materia prima, en lugar de requerir la fabricación de cartón específicamente con el propósito de crear tubos. También se adapta particularmente a las necesidades de aplicaciones que implican compresión radial, tales como las que usan películas extensibles o plásticas. Ventajosamente, debido a que no hay separación entre tiras u hojas enrolladas sucesivas, como es el caso en los núcleos en espiral, el núcleo está menos sujeto a romperse cuando se comprime radialmente.

65 Además, el hecho de que el tubo de cartón convoluto puede resistir la misma fuerza de compresión radial que un tubo en espiral convencional correspondiente mientras que tiene una pared más delgada que el tubo en espiral convencional correspondiente puede tener ventajas adicionales. Por ejemplo, los tubos de cartón enrollados a menudo experimentan un efecto de "rebote" en el que el borde cortado del tubo de cartón en la capa enrollada final puede tender a moverse antes de que el adhesivo se haya fijado completamente debido a la ligera tensión que puede haberse

creado en los devanados cuando se gira el rodillo formador de tubos. Se ha observado que formar un tubo que tenga un grosor de pared menor reduce este efecto de rebote y contribuye de esta manera a impedir el movimiento del borde cortado con respecto al resto del tubo mientras fragua el adhesivo.

5 Aunque las modalidades preferidas de la presente invención se han descrito en detalle en la presente descripción e ilustrado en los dibujos adjuntos, debe entenderse que la invención no se limita a estas modalidades precisas, y que pueden realizarse varios cambios y modificaciones en la misma sin apartarse del alcance de la presente invención como se reivindica.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un tubo de cartón convoluto (20) que comprende:
  - 5 un cuerpo tubular (22) que tiene una pared del cuerpo tubular (24) formada por una pluralidad de capas (26) de una hoja de cartón enrollada recta (28); caracterizado porque la hoja de cartón (28) tiene un peso igual o menor a 300 gsm (300 g/m<sup>2</sup>) e incluye una pluralidad de fibras (30), al menos la mayoría de las fibras están sustancialmente alineadas en la dirección del embobinado del tubo de cartón convoluto (20) para permitir que el tubo de cartón convoluto (20) resista una fuerza de compresión radial (F) igual o mayor que 10 bar en la pared del cuerpo tubular.
  - 10
  - 15
  - 20
  - 25
  - 30
  - 35
  - 40
  - 45
  - 50
  - 55
  - 60
  - 65
2. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde la pared tiene un grosor de pared de menos de 7,5 mm.
3. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde la fuerza de compresión radial sobre la pared del cuerpo tubular es igual o mayor a 35 bar.
4. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde el grosor de la pared es menor que 5 mm y en donde la fuerza de compresión radial sobre la pared del cuerpo tubular es igual o mayor que 28 bar.
5. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde todas las fibras están sustancialmente alineadas en la dirección de enrollado del tubo de cartón convoluto (20).
6. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el cuerpo tubular tiene una resistencia a la tracción igual o superior a 60 kg/mm.
7. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la hoja de cartón tiene un peso igual o inferior a unos 140 gsm (140 g/m<sup>2</sup>).
8. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la pluralidad de capas de la hoja de cartón laminado recto incluye entre 6 y 10 capas.
9. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la hoja de cartón incluye un borde cortado (60) que define un hombro (62) en la superficie externa del cuerpo tubular, teniendo el hombro una altura sustancialmente igual o inferior a aproximadamente 1,2 mm.
10. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el cuerpo tubular tiene un nivel de humedad igual o inferior al 7 %, particularmente igual o inferior al 6 %, más particularmente de manera sustancial igual al 4,5 %.
11. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la hoja de cartón tiene un ancho de la hoja (w) definido en una dirección transversal de la hoja de cartón, siendo el ancho de la hoja sustancialmente igual a una longitud del cuerpo tubular.
12. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la pluralidad de capas de la hoja de cartón laminado recto se pegan entre sí utilizando un adhesivo seleccionado de un grupo que consiste en: acetato de polivinilo (PVA), dextrina y silicato.
13. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el cuerpo tubular tiene un diámetro interior de entre aproximadamente 40 mm y 200 mm, particularmente de entre aproximadamente 74 mm y 78 mm, más particularmente de aproximadamente 76 mm.
14. El tubo de cartón convoluto como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde la hoja de cartón laminado recto tiene un grosor de la hoja de entre aproximadamente 0,72 mm y 1,2 mm.

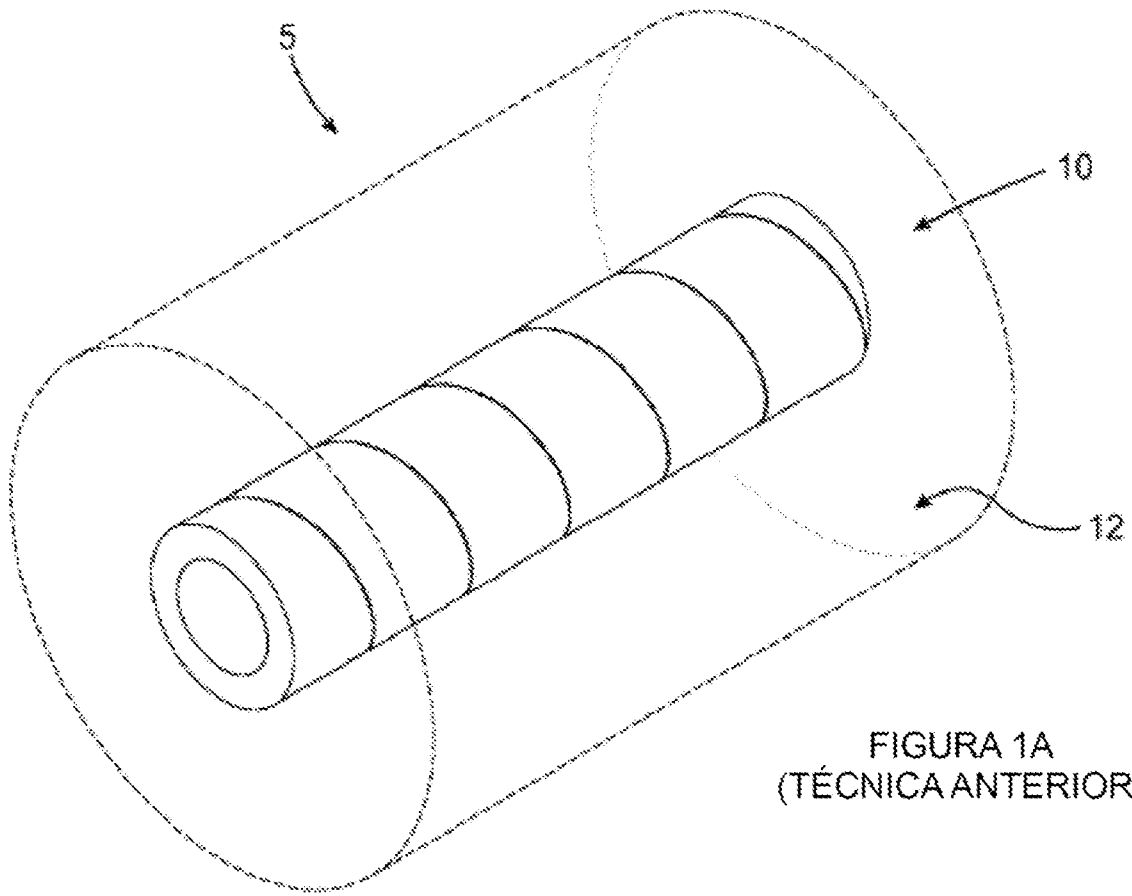


FIGURA 1A  
(TÉCNICA ANTERIOR)

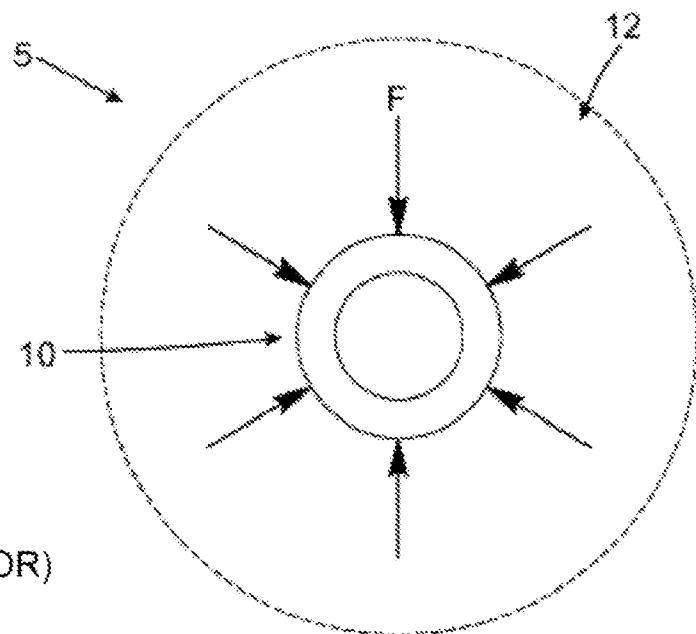


FIGURA 1B  
(TÉCNICA ANTERIOR)

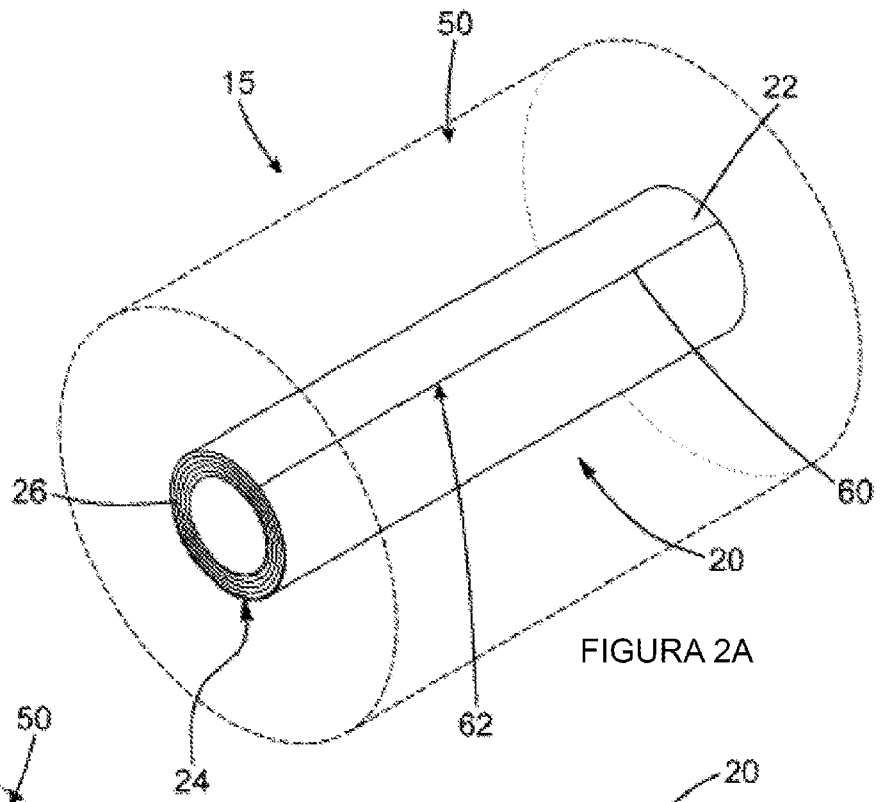


FIGURA 2A

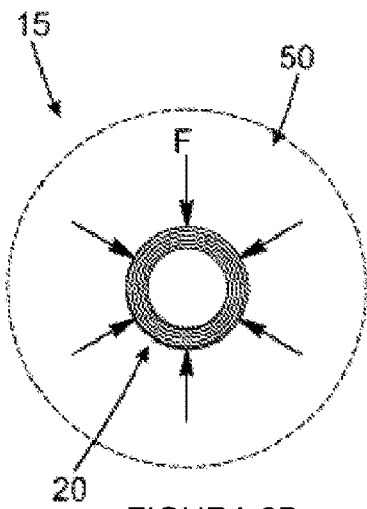


FIGURA 2B

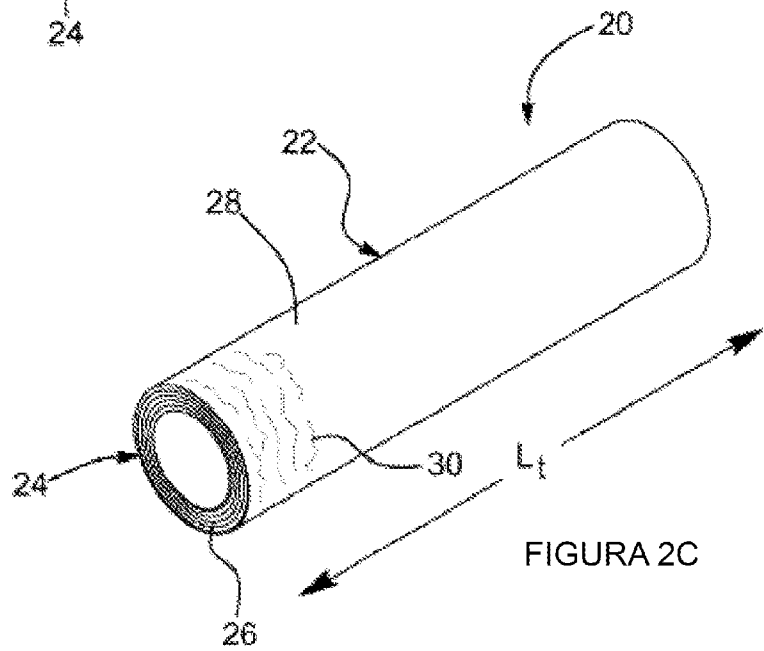


FIGURA 2C

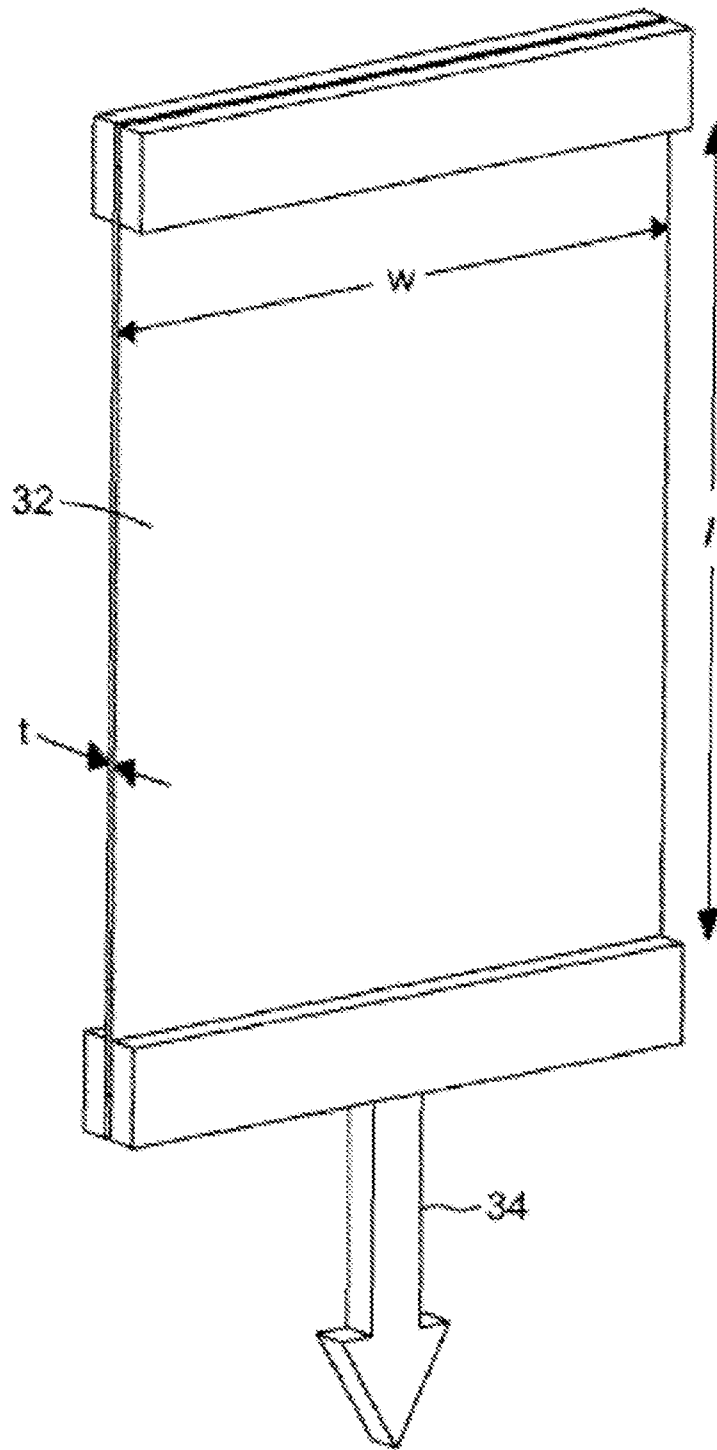


FIGURA 3

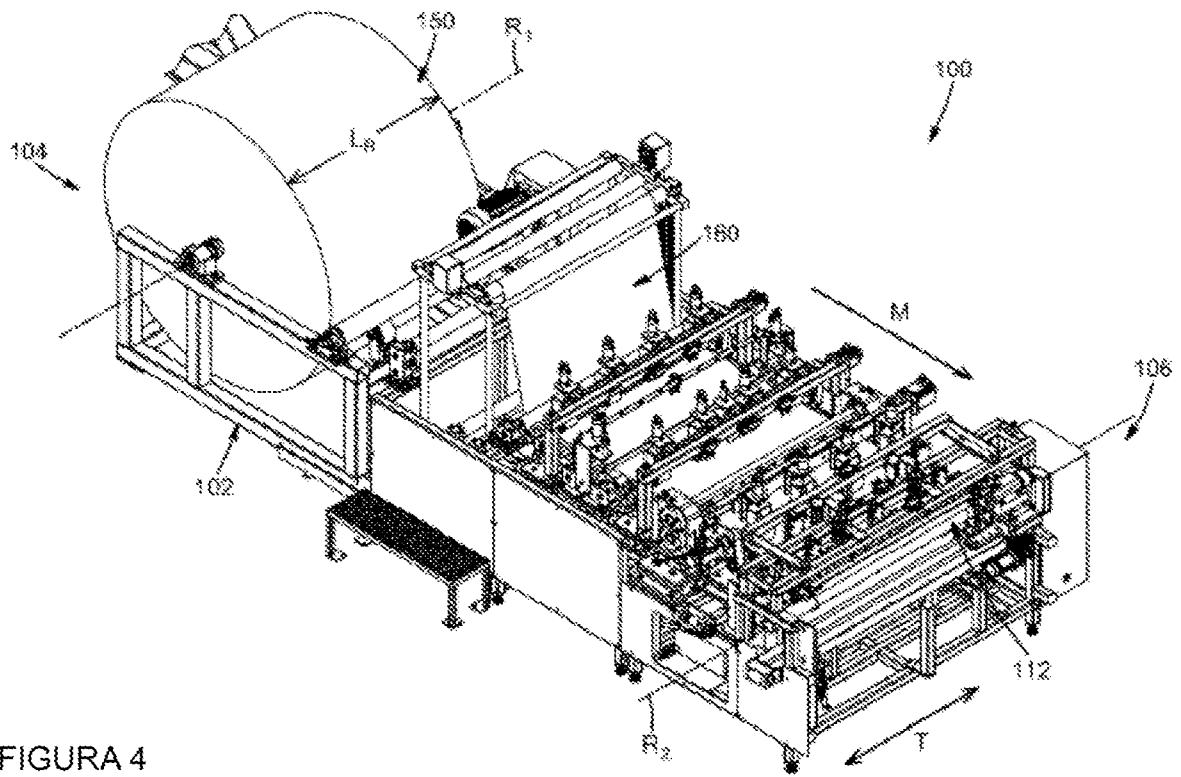
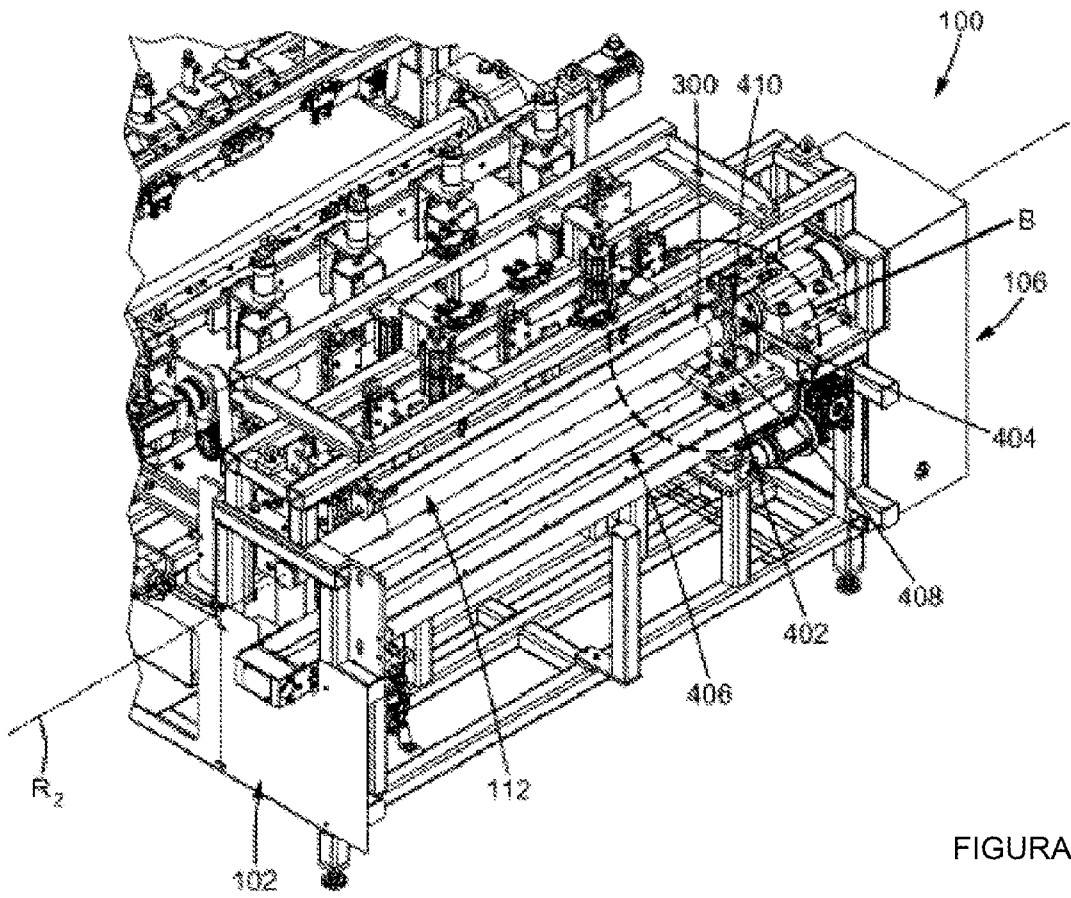
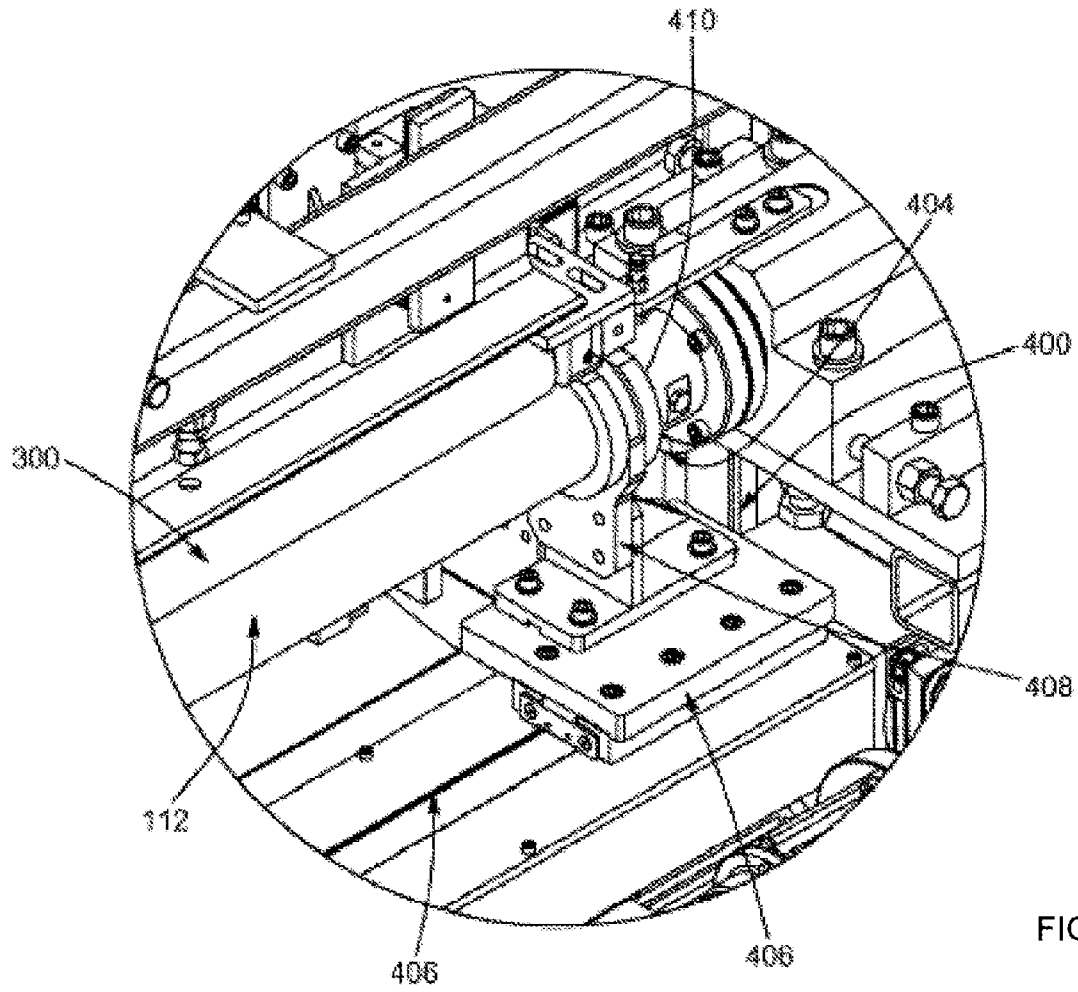


FIGURA 4





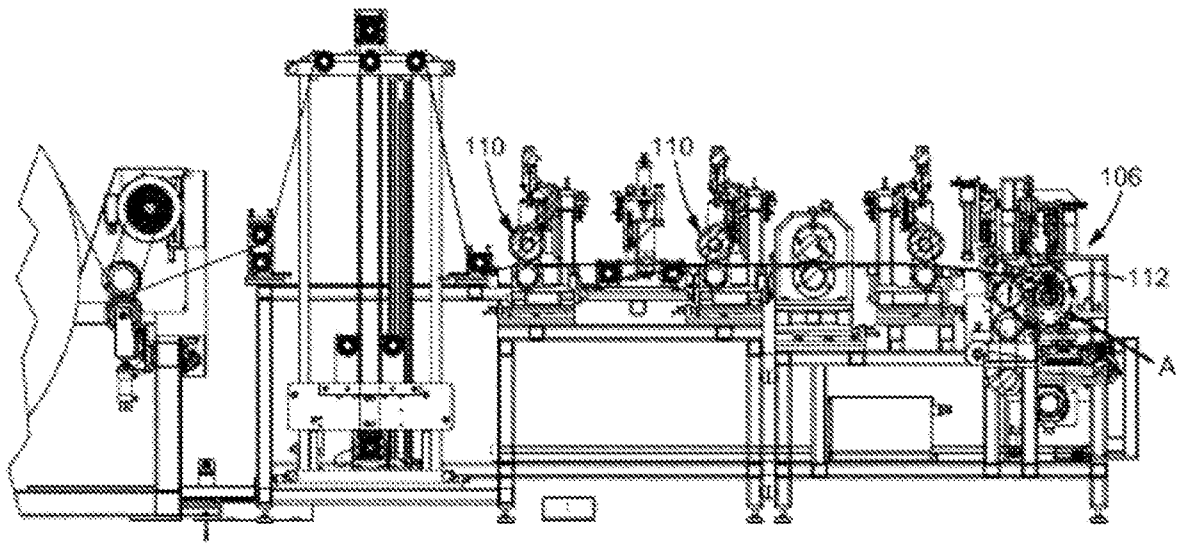


FIGURA 6

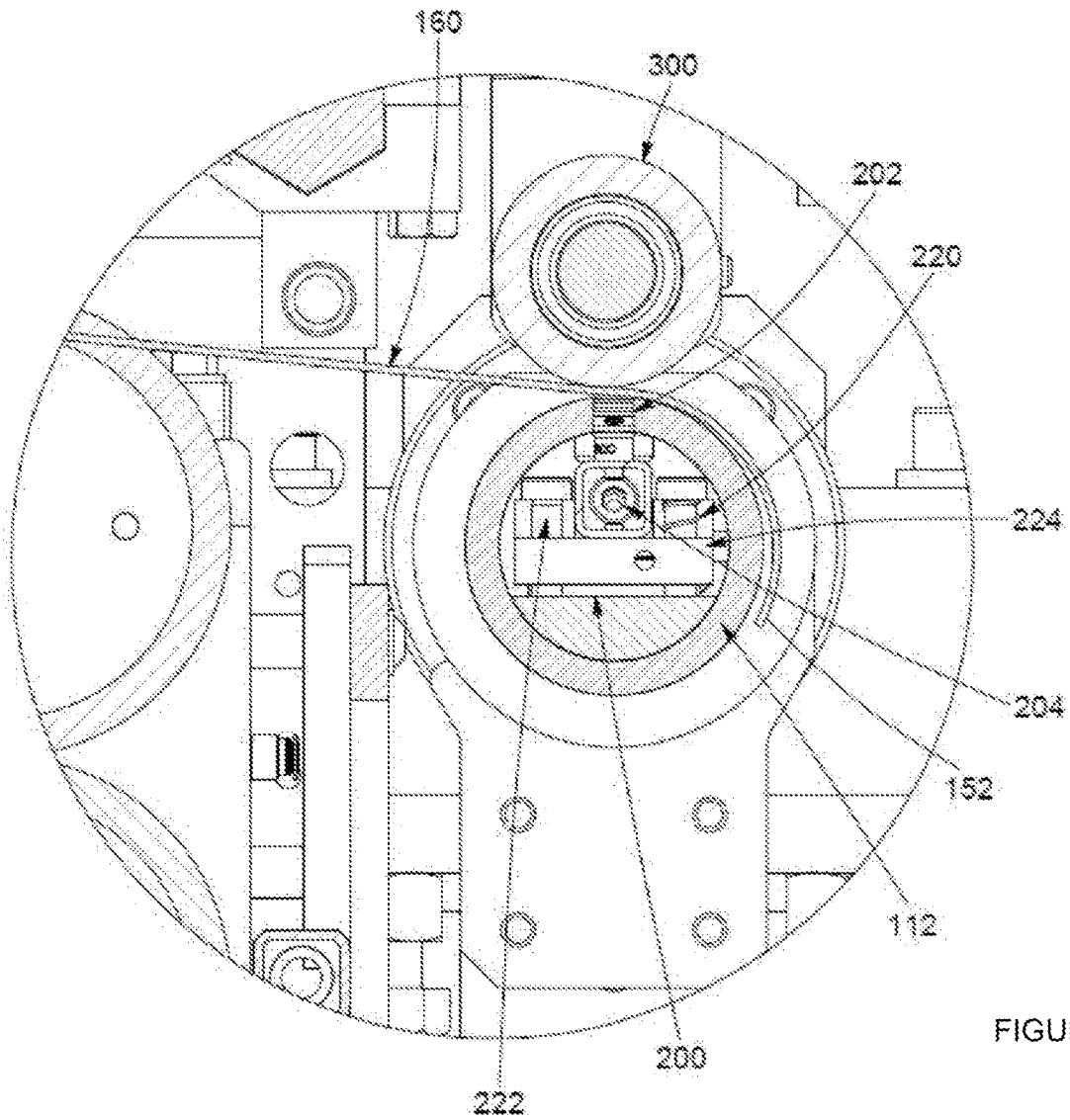
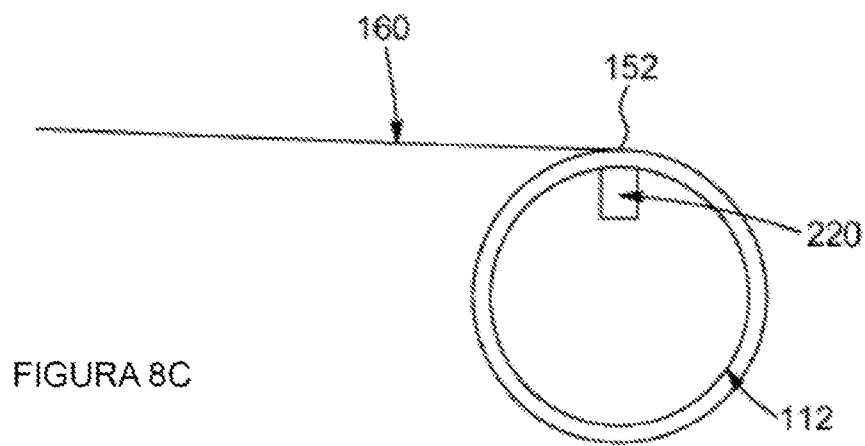
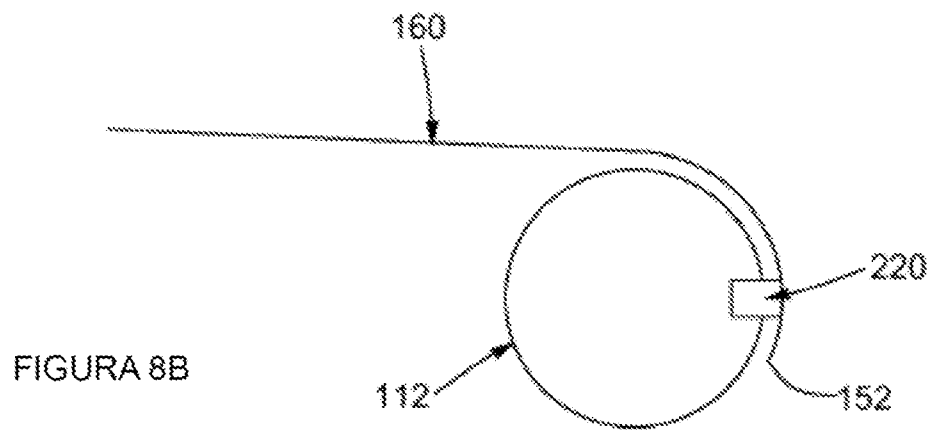
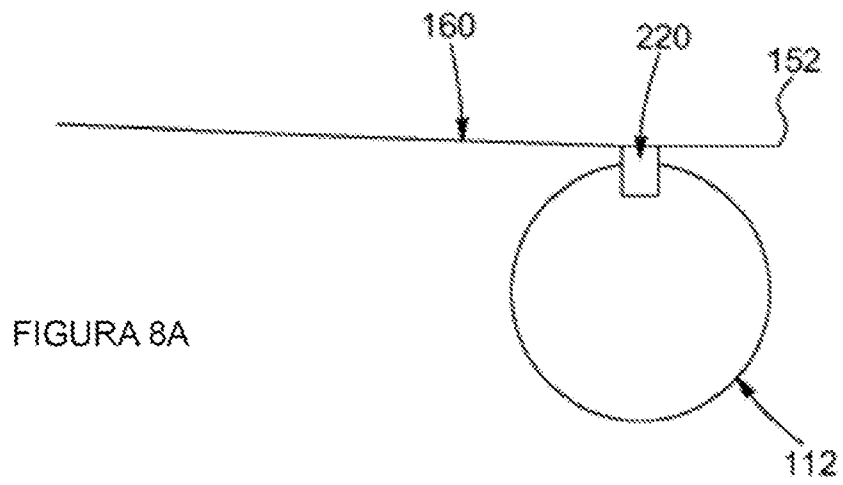
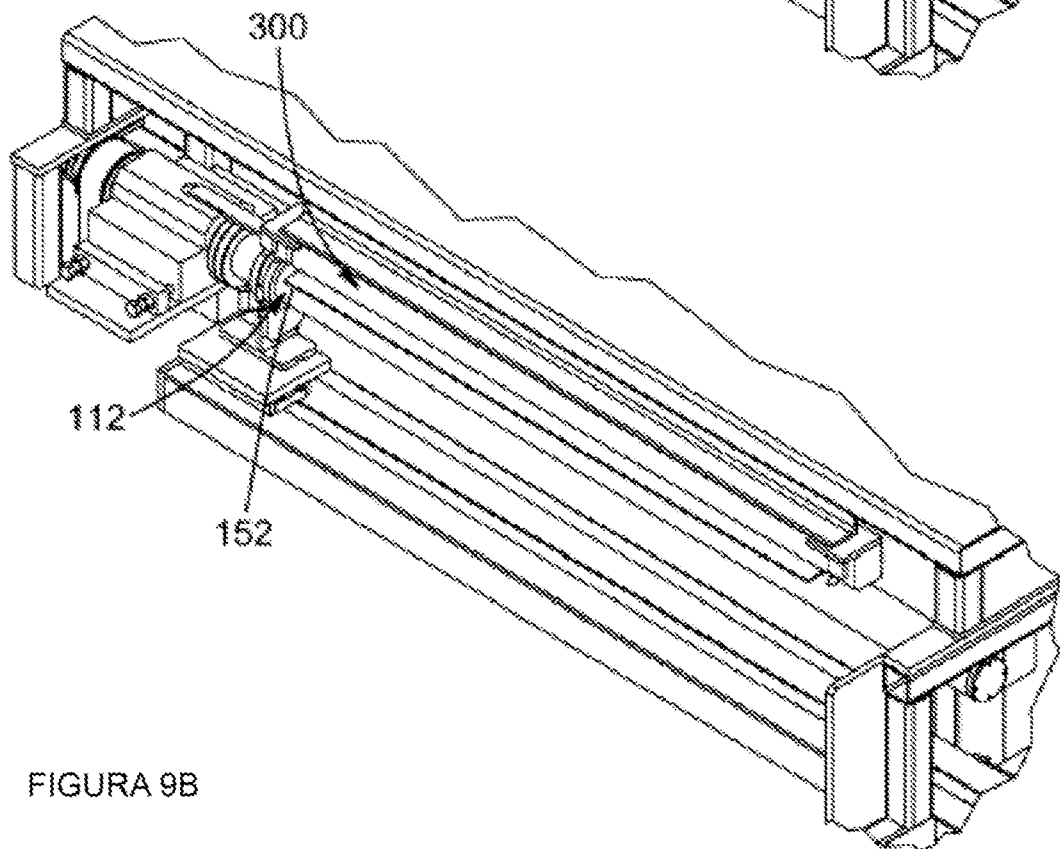
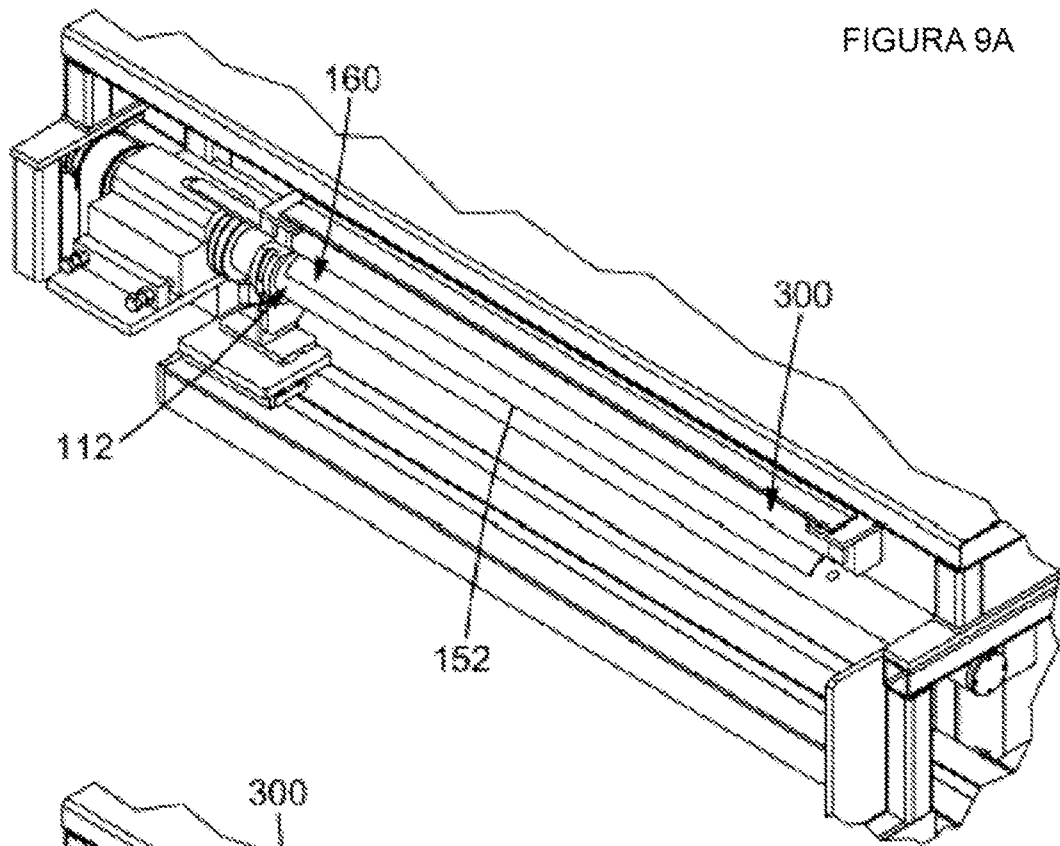
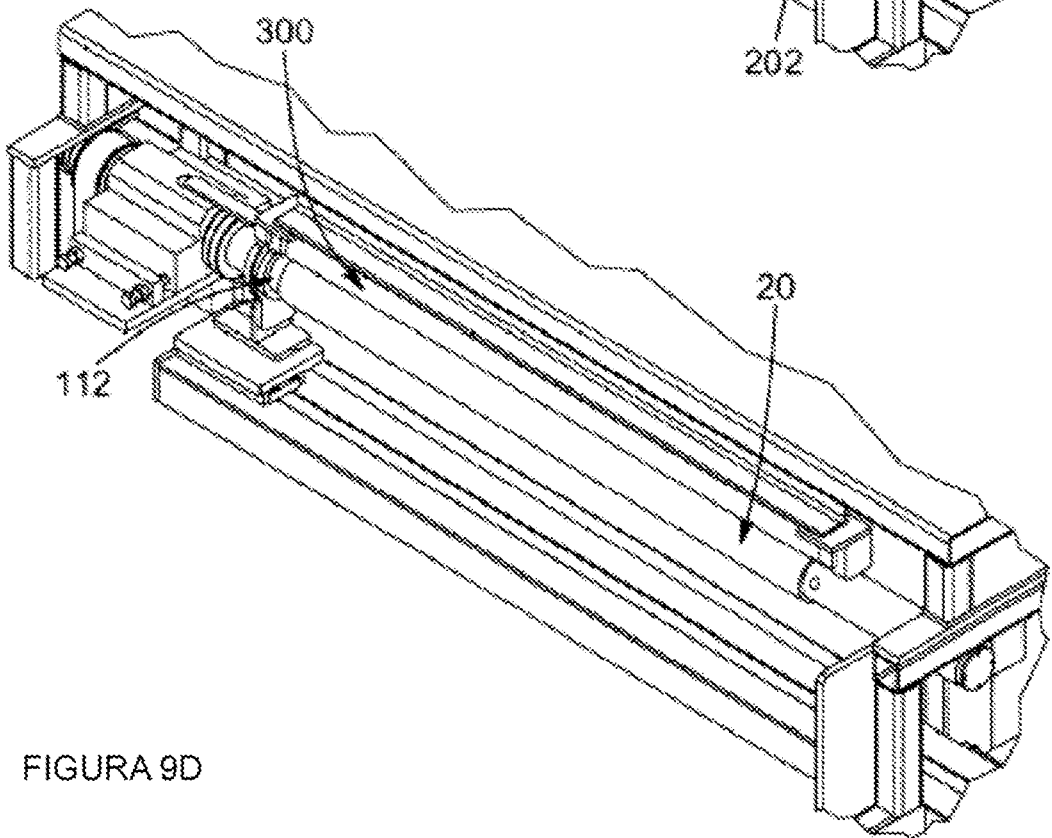
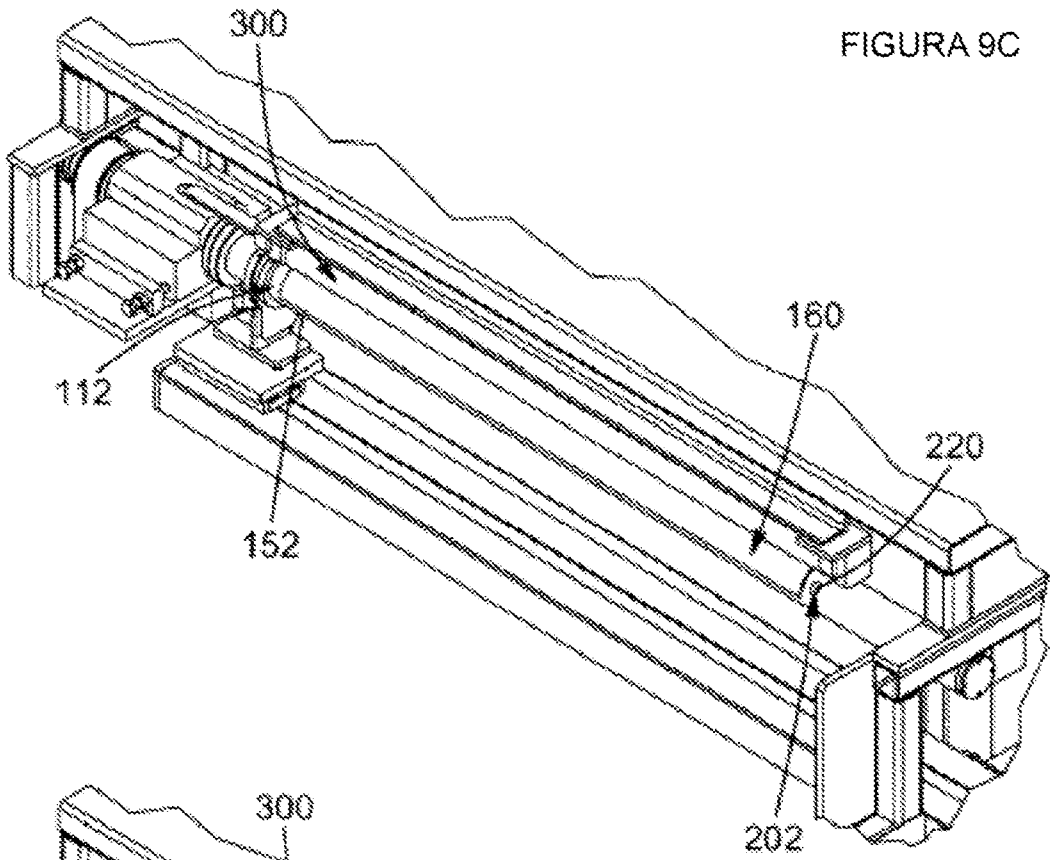


FIGURA 7







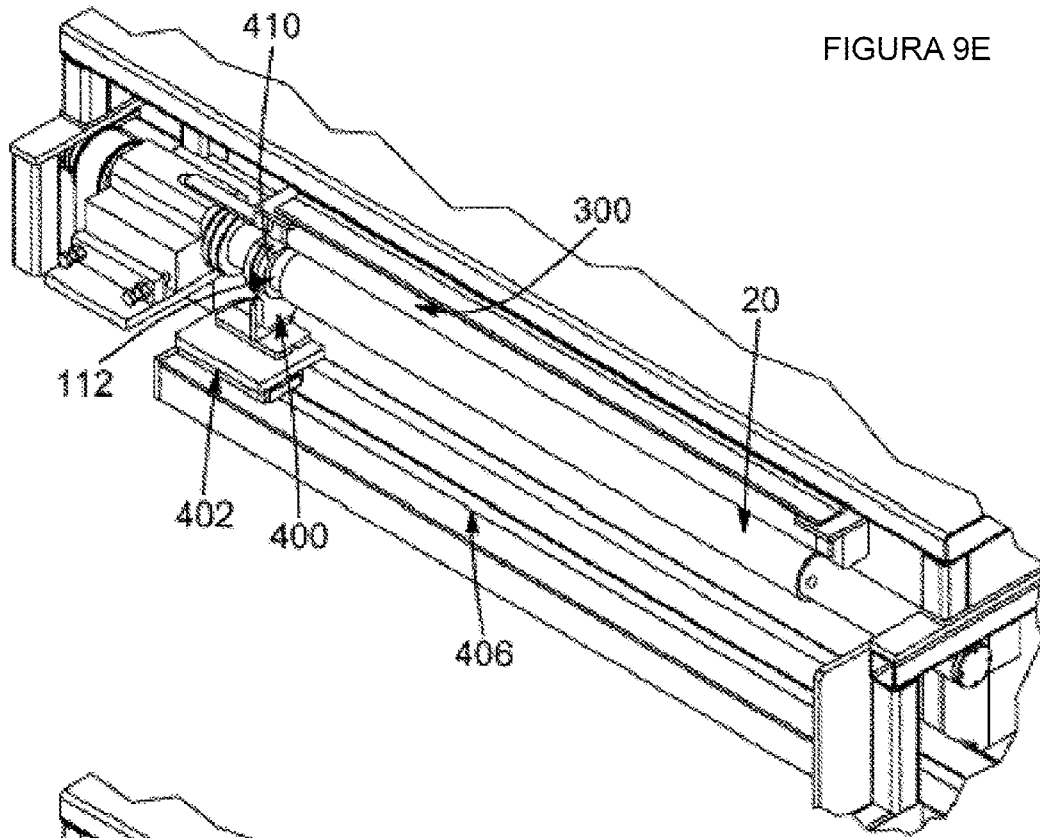


FIGURA 9E

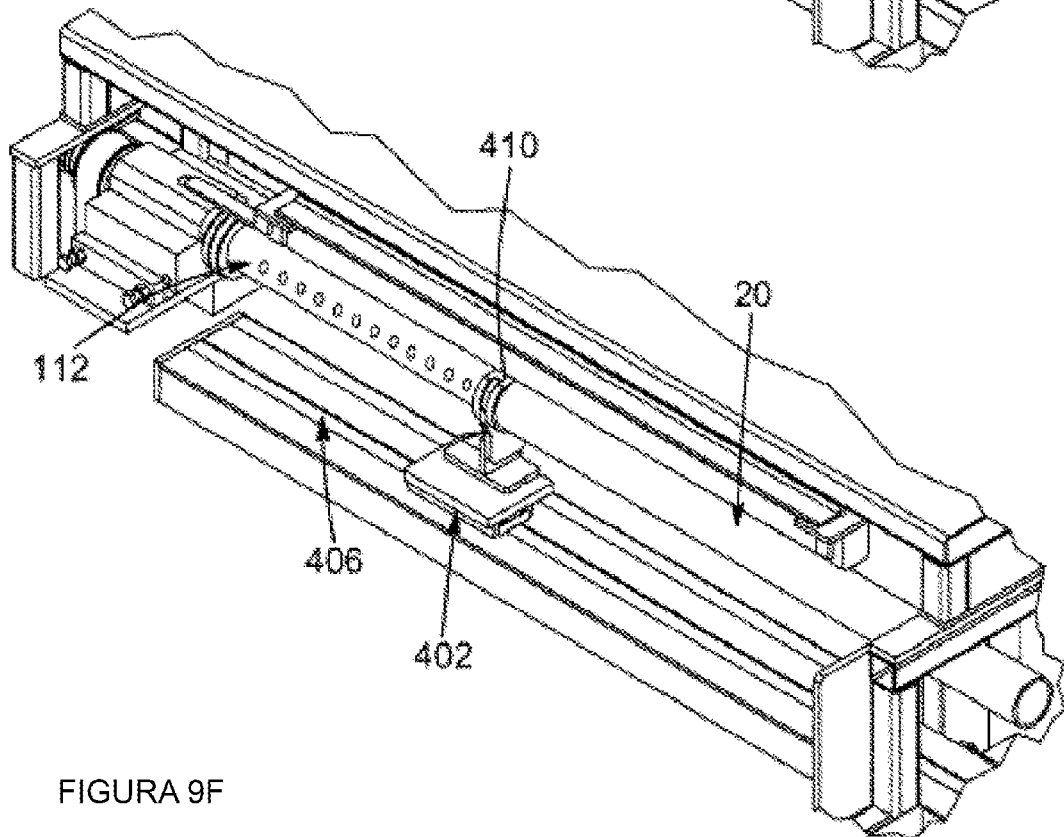


FIGURA 9F