

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 356**

51 Int. Cl.:

**F16L 9/16** (2006.01)

**F16L 11/16** (2006.01)

**B29C 53/78** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.10.2007 E 07815274 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2015 EP 2079953**

54 Título: **Tira de material compuesto reforzado enrollable para formar una tubería helicoidal y método para ello**

30 Prioridad:

**04.10.2006 AU 2006905464 P**

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

**22.05.2015**

73 Titular/es:

**SEKISUI RIB LOC AUSTRALIA PTY LTD (100.0%)  
587 GRAND JUNCTION ROAD  
GEPPE CROSS, SA 5094, AU**

72 Inventor/es:

**MELVILLE, SHAUN, THOMAS;  
TAYLOR, JOHN, GERARD y  
HARVEY, STEVEN, DAVID, GERALD**

74 Agente/Representante:

**LAZCANO GAINZA, Jesús**

**ES 2 536 356 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

Tira de material compuesto reforzado enrollable para formar una tubería helicoidal y método para ello

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a las mejoras a las estructuras estriadas reforzadas, y particularmente a tuberías, tubos o conductos enrollados helicoidales fortalecidos fabricados a partir de un compuesto de materiales.

10 Antecedentes

La siguiente discusión que proporciona ciertos antecedentes a la invención tiene la intención de facilitar un mejor entendimiento de la invención. Sin embargo, se debe apreciar que la discusión no es un reconocimiento o admisión que cualquiera de los materiales referidos eran publicados, conocidos o formaban parte del conocimiento general en la fecha de prioridad de la solicitud.

15

Es conocido que las tuberías de plástico pueden fabricarse helicoidales al enrollar una tira de plástico que tiene una serie de nervaduras verticales separadas que se extienden longitudinalmente de la tira, a temperatura ambiente o a una temperatura elevada donde el plástico se vuelve más flexible. Esta forma helicoidal se conoce actualmente en la industria de las tuberías y se describe en las patentes por el solicitante relacionando la forma de la tira de plástico, la forma del tubo y la forma de la máquina mediante la cual se producen las tuberías o tubos a partir de dichas tiras.

20

Para fabricar estas tuberías en aplicaciones de alto desempeño, para conseguir el grado de resistencia necesaria, el grosor de las paredes de las tiras plásticas debe ser bastante sustancial, así como también el de las nervaduras. Alternativamente, las tuberías o tubos acabados pueden ser reforzados con elementos de refuerzo o de fortalecimiento.

25

En aplicaciones donde los tubos o tuberías reforzados están enterrados en una zanja o sometidos a altas cargas de tierra, la resistencia de la tubería o tubo es de extrema importancia.

30

La patente australiana de los solicitantes núm. AU607431 describe un método de producción de un tubo plástico reforzado utilizando un elemento de refuerzo colocado entre las nervaduras de una forma que la resistencia a la deflexión de la tubería o tubo terminado aumenta materialmente. El elemento de refuerzo comprende un elemento de metal que tiene un perfil de una sección transversal en forma de U, los extremos libres del elemento de refuerzo se diseñan para acoplar por debajo de formaciones de rebordes opuestos de un par de nervaduras adyacentes para de esta manera sujetar la tira metálica en una posición entre las nervaduras y a su vez endurecer las nervaduras y la tubería terminada.

35

La patente australiana de los solicitantes núm. AU661047 describe una mejora sobre la descripción de la patente australiana núm. AU607431 referida anteriormente. La mejora se proporciona mediante la provisión de un elemento de refuerzo que tiene una porción del cuerpo central de una sección transversal en forma de U o V que tiene una altura radial mayor que la altura de las nervaduras de manera que el diámetro externo efectivo de la tubería compuesta aumenta sustancialmente. Esto proporciona una tubería más rígida.

40

La patente australiana de los solicitantes núm. AU2003227090 comprende una mejora adicional sobre la descripción de la patente australiana núm. AU661047 referida anteriormente. La mejora se proporciona mediante la provisión de un elemento de refuerzo que tiene una relación de altura a grosor de al menos 3:1 y orientado sustancialmente perpendicular a la base de la tira. La cara interna de la tira forma una superficie continua por debajo de la tira de refuerzo. La provisión de la tira de refuerzo anteriormente mencionada refuerza la tubería contra las cargas de compresión radial de una manera más eficiente que los refuerzos de la técnica anterior, mientras que la cara interna proporciona una superficie de la tubería interna lisa y separa las tiras de refuerzo del fluido dentro de la tubería.

50

Antes de la comercialización de la patente australiana del solicitante núm. AU2003227090, las tuberías de material compuesto enrolladas helicoidales se obtenían en una operación de múltiples etapas. El cuerpo plástico fue extrudido y después se enrolló helicoidalmente para formar una tubería. Los elementos alargados de refuerzo de acero se enrollaron por separado en un perfil proporcionando la rigidez requerida (tal como los perfiles invertidos con forma de U o V referidos anteriormente) El perfil de acero laminado formado se enrolló después a un radio aproximado al del cuerpo plástico enrollado helicoidalmente. Finalmente, el elemento o los elementos perfilados y redondeados se enrollados en el exterior de la tubería de plástico para formar una tubería de material compuesto con la rigidez requerida.

55

Cuando se usaron los elementos de refuerzo descritos en las patentes australianas núm. AU607431 y AU661047, la etapa de enrollado del elemento de refuerzo de acero a un radio aproximado al de la tubería de plástico involucró el estirado del elemento de refuerzo de acero más allá de su límite elástico. Esto requirió la aplicación de una fuerza considerable durante el proceso de enrollado. En contraste, el enrollado de los perfiles plásticos extrudidos en una tubería helicoidal requiere generalmente mucho menos fuerza debido a las propiedades materiales de los plásticos. Usando el perfil del material compuesto de la patente australiana de los solicitantes con núm. AU2003227090 puede ser

65

posible enrollar una tira de material compuesto preformada de acero y plástico directamente en una tubería a partir de un carrete de perfil de material compuesto

Una tubería enrollada helicoidalmente se describe además en la patente de Estados Unidos 4 928 735.

5

Un objeto de la presente invención es proporcionar ciertas mejoras, más allá de las descritas en las descripciones de patentes anteriormente enunciadas para tiras enrollables en tubos o tuberías de plástico enrolladas helicoidalmente reforzadas a partir de dichas tiras.

10

Resumen de la invención

De conformidad con un primer aspecto de la invención se proporciona una cinta de material compuesto enrollable para formar una tubería helicoidal para transportar fluidos, la cinta de material compuesto comprende:

15

una cinta plástica alargada que contiene una porción base, la porción base tiene un lado inferior que define una cara interna y un lado superior que define una cara externa;

al menos una porción de nervadura se extiende longitudinalmente orientada hacia arriba desde la cara externa de la porción base, la porción de nervadura tiene un extremo distal remoto de la porción base

un elemento de refuerzo interno alargado dispuesto dentro o adyacente a la porción base;

20

un elemento de refuerzo externo alargado dispuesto dentro del extremo distal de la porción de nervadura paralela al elemento de refuerzo interno; y

una porción de una trama plástica intermedia alargada que se extiende entre los elementos de refuerzo internos y externos, la porción de trama junto con los elementos de refuerzo internos y externos forman una porción de nervadura compuesta,

25

en donde, cuando se enrolla en una tubería helicoidal, la porción de nervadura compuesta refuerza la tubería contra las cargas de compresión radiales.

Preferentemente, el elemento de refuerzo externo se construye a partir de un material que tiene un Módulo de Young más alto que el de las tiras plásticas y donde el elemento de refuerzo interno está construido de un material que tiene un Módulo de Young mayor que el de la tira de plástico.

30

Preferentemente, los elementos de refuerzo internos y externos están completamente encapsulados.

Preferentemente, los elementos de refuerzo son filamentos hilados o no hilados.

35

Preferentemente, los elementos de refuerzo son alambres.

Preferentemente, las tiras del material compuesto incluyen una pluralidad de porciones de nervaduras que se extienden longitudinalmente hacia arriba desde la cara más externa de la porción base.

40

Preferentemente, las tiras de material compuesto incluyen formaciones de conexión en extremos opuestos de ella, las formaciones de conexión están adaptadas para interconectarse cuando la tira se enrolla en una trayectoria helicoidal y las porciones borde adyacentes de la tira se solapan entre sí.

45

Preferentemente, para cada porción de nervadura del material compuesto, una distancia medida desde la cara interna de la tira hacia arriba hasta el extremo distal de la porción de nervadura del material compuesto no es mayor que una distancia medida desde la cara interna de la tira hacia arriba hasta un vértice de las formaciones de conexión.

50

Preferentemente, la tira tiene un primer y segundo elementos de refuerzo externos alargados dispuestos dentro del extremo distal de la porción de nervadura posicionada lateralmente separada del primer y segundo lados respectivamente por un plano que biseca la porción de nervadura perpendicularmente a la base.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención se proporciona una tira de material compuesto enrollable para formar una tubería helicoidal para transportar fluidos, la tira de material compuesto comprende:

55

una tira de plástico alargada que tiene una porción base, la porción base tiene un lado inferior que define una cara interna y un lado superior que define una cara externa;

al menos una porción de nervadura que se extiende longitudinalmente hacia arriba desde una cara externa, la porción de nervadura tiene un extremo distal remoto de la porción base;

60

un elemento de refuerzo interno alargado dispuesto dentro o adyacente de la porción base;

los primeros y segundo elementos de refuerzo externos alargados dispuestos dentro del extremo distal de la porción de nervadura paralela al elemento de refuerzo interno y posicionados lateralmente separados del primer y segundo lados respectivamente de un plano que biseca la porción de nervadura perpendicularmente a la base; y

una porción de la trama de plástico intermedia alargada se extiende entre los elementos de refuerzo internos y externos, la porción de la trama junto con los elementos de refuerzo interno y externo forman una porción de nervadura de material compuesto,  
5 en donde, cuando se enrolla en una tubería helicoidal, la porción de nervadura de material compuesto refuerza la tubería contra las cargas de compresión radiales.

10 Preferentemente, el elemento de refuerzo externo se construido a partir de un material que tiene un Módulo de Young mayor que el de la tira de plástico y en donde el elemento de refuerzo interno se construye de un material que tiene un Módulo de Young mayor que el de la tira de plástico.

15 Preferentemente, los elementos de refuerzo internos y externos están completamente encapsulados.

Preferentemente, los elementos de refuerzo son filamentos hilados o no hilados.

20 Preferentemente, los elementos de refuerzo son alambre.

Preferentemente, la tira de material compuesto incluye una pluralidad de porciones de nervadura de material compuesto que se extienden longitudinalmente desde la cara externa de la porción base.

25 Preferentemente, la tira de material compuesto incluye formaciones de conexión en los bordes opuestos de estas, las formaciones de conexión están adaptadas para interconectarse cuando la tira se enrolla en una trayectoria helicoidal y las porciones de borde adyacentes de la tira se solapan entre sí.

30 Preferentemente, para cada porción de nervadura de material compuesto, una distancia medida desde la cara interna de la tira hacia arriba hasta un extremo distal de la porción de nervadura de material compuesto no es mayor que una distancia medida desde la cara interna de la tira hacia arriba hasta el vértice de las formaciones de conexión.

De conformidad con un tercer aspecto de la invención se proporciona una tubería que comprende una tira de material compuesto enrollada helicoidalmente, la tira de material compuesto comprende:

35 una tira de plástico alargada tiene una porción base, la porción base tiene un lado inferior que define una cara interna y un lado superior que define una cara externa;  
al menos una porción de nervadura que se extiende longitudinalmente hacia arriba desde la cara externa de la porción base, la porción de nervadura tiene un extremo distal remoto de la porción base;  
un elemento de refuerzo interno alargado dispuesto dentro o adyacente a la porción base;  
un elemento de refuerzo externo alargado dispuesto dentro del extremo distal de la porción de nervadura paralela al elemento de refuerzo interno; y  
40 una porción de la trama de plástico intermedia alargada que se extiende entre los elementos de refuerzo interno y externo, la porción de trama junto con los elementos de refuerzo internos y externos forman una porción de nervadura de material compuesto,  
en donde la porción de nervadura de material compuesto refuerza la tubería contra las cargas compresivas radiales.

45 Preferentemente, la tira compuesta tiene un primer y segundo elementos de refuerzo externos alargados dispuestos dentro de un extremo distal de la porción de nervadura posicionada lateralmente separados del primer y segundo lados respectivamente de un plano que biseca la porción de nervadura perpendicularmente a la base.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención se proporciona un método para producir una tubería que comprende etapas de:

- 50 a) extrudir una tira de plástico alargada, la tira de plástico tiene una porción base, la porción base tiene un lado inferior que define una cara interna y una cara superior que define una cara externa, y al menos una porción de nervadura que se extiende longitudinalmente hacia arriba desde la cara externa de la porción base.  
b) introducir un elemento de refuerzo en la sección base de la tira en una posición adyacente a al menos una porción de nervadura de manera de formar una tira de material compuesto subensamblada;  
55 c) enrollar la tira de material compuesto subensamblada en un carrete de tira o en una tubería enrollada helicoidalmente;  
d) introducir un elemento de refuerzo superior en una porción superior de al menos una porción de la nervadura de manera de formar una tira de material compuesto ensamblada,  
60 en donde la etapa de introducir el elemento de refuerzo inferior ocurre durante o después de la etapa de extrusión pero antes de la etapa de enrollado y en donde la etapa de introducir el elemento de refuerzo superior ocurre durante o después de la etapa de enrollado.

Preferentemente, la etapa de extrusión y de introducción b) ocurren juntas en un troquel de extrusión en cruceta.

Preferentemente, la etapa de enrollado c) comprende enrollar una tira de material compuesto subensamblada en una tubería.

5 Preferentemente, la etapa de introducción d) incluye tensar el elemento de refuerzo externo de manera que la tubería es pretensada.

Preferentemente, el método comprende además la etapa de sellar el elemento de refuerzo superior dentro de la porción superior de al menos una nervadura.

10 De conformidad con un quinto aspecto de la invención se proporciona un método para producir una tubería que comprende las etapas de:

15 a) extrudir una tira plástica alargada, la tira tiene una porción base, la porción base tiene un lado inferior que define una cara interna y un lado superior que define una cara externa, y al menos una porción de nervadura que se extiende longitudinalmente hacia arriba desde la cara externa de la porción base, la porción de nervadura tiene un extremo distal remoto de la porción base;

b) introducir un elemento de refuerzo inferior en la porción base de la tira en una posición adyacente a al menos una porción de nervadura de manera de formar una tira de material compuesto subensamblada;

20 c) flexionar la tira de material compuesto alrededor un eje transversal a la base; introducir un elemento de refuerzo superior en el extremo distal de al menos una porción de nervadura de manera de formar una tira de material compuesto ensamblada,

25 en donde la etapa de introducir un elemento de refuerzo inferior ocurre durante o después de la etapa de extrusión pero antes de la etapa de flexión y en donde la etapa de introducir el elemento de refuerzo superior ocurre durante o después de la etapa de flexión.

De acuerdo con un sexto aspecto de la invención se proporciona un método para producir una tubería que comprende las etapas de:

30 a) extrudir una tira de plástico alargada, la tira tiene una porción base, la porción base tiene un lado inferior que define una cara interna y un lado superior que define una cara externa, y al menos una porción de nervadura que se extiende longitudinalmente hacia arriba desde la cara externa de la porción base, la porción de nervadura tiene un extremo distal remoto de la porción base;

35 b) introducir un primer elemento de refuerzo en cualquiera de: la porción base de la tira en una posición adyacente a al menos una porción de nervadura, o el extremo distal de al menos una porción de nervadura para formar una tira de material compuesto subensamblada;

c) flexionar la tira de material compuesto alrededor de un eje transversal a la base;

40 d) introducir un segundo elemento de refuerzo en cualquiera de: la porción base de la tira en una posición adyacente a al menos una porción de nervadura, o el extremo distal de al menos una porción de nervadura para formar una tira de material compuesto ensamblada,

en donde la etapa de introducir un primer elemento de refuerzo ocurre durante o después de la etapa de extrusión y en donde la etapa de introducir el segundo elemento de refuerzo ocurre durante o después de la etapa de flexión.

45 Las modalidades específicas de la invención se describirán ahora en más detalle con referencia a y como se ilustra en las figuras acompañantes. Estas modalidades son ilustrativas, y no significan que sean restrictivas al alcance de la invención.

Descripción detallada de la invención

50 Las modalidades de la invención son ilustradas en las representaciones acompañantes en la cuales:

La Figura 1a muestra una vista en sección transversal de una tira de material compuesto de conformidad con una modalidad de la invención.

La Figura 1b es una vista similar a la de la Figura 1a pero muestra arreglos de bordes alternativos para la unión de las circunvoluciones de la tira.

55 La Figura 2 muestra una modalidad alternativa de la invención.

Las Figuras 3a y 3b son vistas isométricas de los perfiles de las Figuras 1 y 1b respectivamente.

La Figura 4 es una vista isométrica de una tubería enrollada del perfil de la Figura 1b.

La Figura 5 es una vista en sección transversal de una tira de material compuesto de acuerdo con una modalidad alternativa adicional de la invención, de la tira que tiene una base que refuerza la porción.

60 La Figura 6 es una vista similar a la de la Figura 5 pero muestra perfiles adyacentes interconectados.

La Figura 7a muestra una vista en sección transversal de una tira de material compuesto de acuerdo con una modalidad adicional de la invención. Incluido dentro de la Figura 7a está una vista agrandada de la porción de nervadura de material compuesto de la tira de material compuesto.

65 La Figura 7b es una vista agrandada similar a la vista agrandada de la Figura 7a pero muestra una sección alternativa de la porción de nervadura de material compuesto 20.

Las Figuras 7c, 7d, 7e, 7f, 7g y 7h muestran porciones de nervaduras del material compuesto adicionales.

La Figura 8a es una vista isométrica diagramática que muestra una tira de material compuesto que se enrolla en una tubería de acuerdo con aspectos adicionales de la invención.

5 La Figura 8b muestra una vista en sección transversal de una tira de material compuesto de acuerdo con una modalidad adicional de la invención de la tira de material compuesto siendo la misma tira ilustrada en la Figura 7a.

La Figura 9 es una vista en sección transversal que muestra dos circunvoluciones de una tira de material compuesto de acuerdo con una modalidad adicional de la invención.

Las Figuras 10a, 10b, 10c y 10d son vistas agrandadas similares a la vista agrandada de la Figura 7a, pero muestra otras porciones de nervadura de material compuesto alternativas 20.

10

Con referencia a la Figura 1a, se muestra una tira de material compuesto alargada 10 que es enrollable para formar una tubería helicoidal. La tira de material compuesto 10 comprende una tira de plástico alargada 11 y un par de elementos de refuerzo separados paralelos 30 y 40 separados por una porción de trama de plástico intermedia 23. El plástico usado para esta modalidad de la invención es cloruro de polivinilo (PVC) aunque otros plásticos adecuados pueden ser usados incluyendo polietileno.

15

La tira de plástico 11 tiene una porción base 12 con una cara interna 14 sustancialmente plana. Una pluralidad de porciones de nervaduras de material compuesto 20 que se extienden longitudinalmente se proyecta hacia arriba desde la porción base 12. Cada porción de nervadura 20 tiene un extremo distal 26 remoto de la sección base. En esta modalidad, cada porción de nervadura de material compuesto 20 comprende un elemento de refuerzo interno 30 dispuesto dentro la porción base 12; un elemento de refuerzo externo 40 dispuesto dentro del extremo distal de la porción paralelo al elemento de refuerzo interno 30; y una sección de la trama de plástico intermedia 23 que se extiende entre los elementos de refuerzo interno y externo 30 y 40.

20

La sección de la trama de plástico intermedia 23 mantiene los elementos de refuerzo interno y externo 30 y 40 separados. Esto es particularmente importante en la flexión ya que esta produce un refuerzo mucho más eficaz que el que pudiera ser proporcionado de cualquier otra manera. Por ejemplo, cuando el perfil está enrollado en una tubería helicoidal, la separación de los elementos de refuerzo interno y externo 30 y 40 endurecen fuertemente la tubería contra cargas compresivas radiales similares en comparación con una tubería similar con elementos de refuerzo que no están separados en una dirección radial.

25

30

Los elementos de refuerzo 30 y 40 mostrados en las Figuras 1a y 1b tienen prácticamente una sección transversal circular. Estos elementos de refuerzo pueden ser, por ejemplo, alambres sólidos o alambre trenzado.

35

Una modalidad alternativa de la invención se muestra en la Figura 2. Con esta modalidad, los elementos de refuerzo 30 y 40 tienen una forma de sección transversal sustancialmente rectangular. Los elementos de refuerzo 30 y 40 de la Figura 2 pueden ser tiras de acero o aluminio. Las porciones de nervaduras de material compuesto resultantes 20 tienen una apariencia y función similar a las vigas "I". Estas nervaduras de material compuesto ofrecen ventajas de eficiencia significativas sobre las nervaduras de material compuesto descritas por los solicitantes de la solicitud de patente australiana anterior núm. AU2003227090 referida anteriormente.

40

Las porciones de nervadura de material compuesto 20 ilustradas en las Figuras 1a, 1b y 2 son más eficientes que las nervaduras del material compuesto de la solicitud mencionada antes. Además, una rigidez equivalente puede proporcionarse con una altura general de la nervadura como la indicada por la flecha de dos puntas RH en la Figura 2 significativamente menor de lo que sería requerido de cualquier otra forma. Esto tiene un número de ventajas. Por ejemplo, en la aplicación de rehabilitación de una tubería donde una tubería puede ser enrollada dentro de una tubería huésped, el diámetro interno resultante de la nueva tubería enrollada puede ser mayor si se usa una tira de material compuesto de las Figuras 1a, 1b o 2 en comparación con las tiras de material compuesto de la solicitud mencionada anteriormente.

45

50

Los elementos de refuerzo externo de ambas Figuras 1a y 1b descansan directamente sobre sus elementos de refuerzo internos correspondientes en una dirección lateral. En otra modalidad de la invención (por ejemplo como se muestra en la Figura 9) los elementos de refuerzo internos y externos pueden comprender múltiples elementos y el centro de los elementos de refuerzo internos (por ejemplo) puede descansar directamente sobre sus elemento(s) de refuerzo interno(s) en una dirección lateral. El propósito de centrar el(los) elemento(s) de refuerzo interno en una dirección lateral es proporcionar una carga balanceada y reducir la tendencia de las porciones de nervaduras de material compuesto a colapsar lateralmente durante una carga de compresión radial.

55

En algunas aplicaciones puede resultar ventajoso ajustar la altura de la nervadura RH, como se indica en la Figura 2, a la altura de las partes que unen los bordes, como se indica por la flecha de dos cabezas etiquetada como JH en la Figura 2.

60

Con el perfil mostrado en la Figura 1a, ambos elementos de refuerzo interno y externo, 30 y 40, quedan completamente encapsulados por el plástico. Esto es particularmente ventajoso cuando los elementos de refuerzo 30 y 40 están hechos de materiales sujetos a la corrosión (por ejemplo, acero).

65

- 5 En referencia a la Figura 1b, se muestra una tira de material compuesto 10 similar a la mostrada en la Figura 1a. La diferencia entre las tiras 10 de la Figura 1a y de la Figura 1b están en las áreas de los bordes 16 y 18. Los detalles de los bordes de la Figura 1a proporcionan una conexión mecánica entre las circunvoluciones de la tira enrollada. En contraste, los bordes del perfil en la Figura 1b proporcionan una junta soldada o fundida entre las circunvoluciones adyacentes de la tira.
- 10 Se puede lograr fundir los bordes del perfil mostrado en la Figura 1a con una unión por solvente, como comúnmente se usa para unir tuberías de PVC. Otros medios de unión, incluyendo la soldadura y el pegado, pueden resultar adecuados para el PVC, polietileno y otros materiales.
- 15 Se pueden usar varios materiales para los elementos de refuerzo interno y externo. Los ejemplos de materiales que pudieran ser usados para cualquier elemento de refuerzo interno y externo, incluyen acero, acero inoxidable, aluminio, otros metales, fibras naturales, kevlar, fibras sintéticas y plásticos de alta resistencia. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 7f, un polímero de alta resistencia puede ser soldado directamente sobre la parte superior de la nervadura.
- 20 En algunas aplicaciones puede ser ventajoso recubrir previamente los elementos de refuerzo. Por ejemplo, el alambre se puede recubrir con PVC para ayudar a unir las nervaduras de la tira de material compuesto. En algunas aplicaciones el alambre se puede recubrir para prevenir la corrosión, por ejemplo, por galvanizado. Núcleos de nylon recubiertos con polietileno, que se pudieran soldar sin dañar las fibras internas, también pueden ser adecuados en algunas aplicaciones como elementos de refuerzo.
- 25 En algunas aplicaciones puede resultar ventajoso dentar la superficie de los elementos de refuerzo para ayudar a la conexión mecánica entre los elementos y la tira de plástico circundante.
- Los elementos de refuerzo pueden torcerse, trenzarse, enrollarse, acordonarse o ser pre-procesados por otros medios, para dar un alargamiento beneficioso u otras propiedades.
- 30 Los elementos de refuerzo pueden precalentarse para mejorar la fuerza de cohesión entre los elementos y la tira circundante. El precalentamiento del acero reduce el enfriamiento rápido del plástico extrudido y reduce la fragilidad del material en ese punto.
- 35 El elemento de refuerzo externo en algunas aplicaciones puede ser diferente al elemento de refuerzo interno. Por ejemplo, bajo algunas condiciones de carga solo es necesario que el elemento de refuerzo externo sea resistente a la tensión (o posea un alto módulo de Young en tensión) y solamente es necesario que el elemento de refuerzo interno sea resistente a la compresión (o posea un alto módulo de Young en compresión). Las fibras naturales son resistentes a la tensión pero pobres en compresión y, por lo tanto, pueden ser adecuadas para el(los) elemento(s) de refuerzo externo(s) pero no para el(los) elemento(s) de refuerzo interno(s). Además, en algunas aplicaciones, el elemento de refuerzo externo puede ser más susceptible a la degradación por corrosión, y bajo tales circunstancias este elemento pudiera ser un material resistente a la corrosión, tal como el aluminio.
- 40 En muchas aplicaciones subterráneas, los elementos de refuerzo pueden alternar entre la tensión y la compresión dentro de cada circunvolución de la tira de material compuesto que forma la tubería enrollado helicoidalmente.
- 45 En las modalidades de la invención mostradas en las Figuras 1a y 1b, se proporciona una matriz de siete porciones de nervaduras extendidas longitudinalmente 20, separadas entre sí por el ancho de la tira. En otras modalidades de la invención se pueden proporcionar más o menos porciones de nervaduras 20.
- 50 En referencia a la Figura 4, se muestra una tubería de material compuesto enrollado helicoidalmente 70 producida al enrollar helicoidalmente la tira de material compuesto mostrada en las Figuras 1b, 2 y 3. Al comparar las Figuras 1b y 4, resulta evidente que la orientación de los elementos de refuerzo 30 y 40, con respecto al lado plano 14 de la porción base 12, permanece sustancialmente sin cambiar después del enrollado de la tira para formar la tubería 70. Las porciones de las tramas de plástico intermedias 23 proporcionan un soporte para las tiras de refuerzo 20 y 30 durante el enrollado de la tira 10. Durante el enrollado de la tira 10 para formar una tubería helicoidal, los elementos de refuerzo 30 y 40 se doblan alrededor de un eje sustancialmente transversal a la tira 10.
- 55 Los perfiles de tiras mostradas en las Figuras 1a, 1b, 2a y 2b mantienen la masa del perfil en un mínimo, mientras que al mismo tiempo mantienen el criterio de rendimiento requerido para un amplio intervalo de aplicaciones para asegurar que los costos de los materiales se minimicen.
- 60 La Figura 7a muestra una modalidad adicional de la invención, similar a la mostrada en la Figura 1a. Con esta modalidad de la invención, las nervaduras 20 tienen una conformación menos compleja, con paredes paralelas simples y los elementos de refuerzo interno y externo tienen menor diámetro. Se debe apreciar que muchas otras variaciones son posibles y que la porción de trama 23 puede tener diferentes formas y grosores, dependiendo de los parámetros de

diseños específicos que se requieran alcanzar. El perfil o tira de material compuesto mostrada en la Figura 7a puede producirse por un proceso de extrusión en cruceta.

5 En referencia ahora a las Figuras 7b, 7c y 7d, se muestran en las vistas aumentadas variantes de áreas de nervaduras 20. Por ejemplo, en la Figura 7b una boca de abertura hacia arriba se forma entre las proyecciones 29a y 29b que se extienden desde el extremo distal 26 de la porción de nervaduras. Las proyecciones 29a y 29b son capaces de flexionarse para permitir la instalación de un elemento de refuerzo externo de alambre 40 en la posición mostrada en la Figura 7b. Puede formarse entonces un talón 28 para cerrar la boca entre las proyecciones 29a y 29b, o bien mediante un proceso de soldadura, o por un proceso de fusión con solvente, o por un proceso de pegamento, por ejemplo.

10 En la Figura 7d, la boca de abertura se abre lateralmente. Nuevamente, la boca de la abertura se puede sellar con pegamento, fusión o soldadura.

15 La Figura 7e muestra una variante adicional de la porción de nervadura 20 en la que el elemento de refuerzo interno 30 se instala subsecuentemente a la extrusión de la base 12.

20 En las Figuras 7g y 7h, se muestran variantes adicionales donde los elementos de refuerzo internos 30 se instalan subsecuentemente a la extrusión de la tira de plástico 11 y donde el elemento de refuerzo 30 se instala del lado inferior o dentro de tira de plástico 11.

La Figura 7f muestra una variante adicional de la porción de nervaduras de material compuesto 20 donde el elemento de refuerzo externo 40 es un polímero de alta resistencia que se suelda, se pega o se co-extrude sobre el extremo distal 26 de la porción de nervaduras de material compuesto 20.

25 Las dimensiones y formas de la tira de plástico 12, los elementos de refuerzo 30 y 40, y las porciones de nervaduras de plástico 23 pueden variar para adecuarse al diámetro de la tubería a enrollar. Por ejemplo, una tira de material compuesto del tipo mostrada en la Figura 7a puede tener elementos de refuerzo 30 y 40 hechos de alambre de 1.25 mm de diámetro. En algunas aplicaciones, el alambre con diámetro de 0.8 mm o menos puede ser apropiado para usar en tuberías de diámetro grande; pueden ser usados alambres mucho más gruesos, quizás de varios milímetros de diámetro. Se pueden fabricar alambres de varios grados. Las alturas de las nervaduras pueden variar y pueden estar típicamente entre 5 mm y 40 mm (aunque en algunas aplicaciones serán apropiadas alturas de nervadura mayores o menores).

35 Ahora, en referencia a la Figura 9, se ilustra una modalidad adicional de la invención. En esta modalidad, el primer y segundo elementos de refuerzo externos alargados 42 y 44 se posicionan lateralmente separados del primer y segundo lados, respectivamente, de un plano p-p que biseca la porción de nervaduras 20 perpendicular a la base 12. Con esta disposición, la porción de nervaduras de material compuesto 20 se estabiliza. La porción de nervaduras de material compuesto 20 debiera doblarse lateralmente hacia un lado, para que entonces la tensión en el elemento de refuerzo en el lado contrario tienda a enderezar la porción de nervaduras de material compuesto 20 en la medida en que la tira de material compuesto 10 se enrolla dentro de una tubería o se curva alrededor de un eje lateral hacia y por debajo de la porción base 12.

45 En referencia ahora a las Figuras 10a, 10b, 10c y 10d, se muestran vistas aumentadas de variantes adicionales de áreas de nervaduras de material compuesto 20. Con estas variantes adicionales, una tira de refuerzo 100 se incluye en la porción de tira de material compuesto 23. La tira de refuerzo 100 es del tipo descrito en la solicitud de patente del solicitante anteriormente referida AU2003227090. En algunas aplicaciones, puede ser preferible enrollar un tubo helicoidal que tiene sólo la tira de refuerzo 100, como se describe en la solicitud de patente anteriormente mencionada AU2003227090, y entonces subsecuentemente adicionar elementos de refuerzo interno y externo 30 y 40, como se ilustra en cualquiera de las Figuras 10a, 10b, 10c y 10d.

50 Como resulta evidente de la descripción anterior, la porción de nervaduras de material compuesto 20 puede formarse de muchas maneras para así crear una tira de material compuesto que tenga una porción de nervaduras de material compuesto donde un elemento de refuerzo interno se disponga dentro o adyacente a la porción base y un elemento de refuerzo externo se disponga dentro del extremo distal de la porción de nervaduras con una porción de trama de plástico intermedia extendida entre los elementos de refuerzo interno y externo. Opcionalmente, un elemento de refuerzo adicional con la forma de una tira 100 puede incluirse también dentro o adyacente a la porción de trama de plástico de la porción de nervaduras de material compuesto 23.

60 Los métodos para instalar o unir los elementos de refuerzo a la tira de plástico 11 incluyen, pero no se limitan a: extrusión en cruceta, soldadura usando calentamiento por resistencia, soldadura usando un láser, fusión con solvente, pegamento y/o unión mecánica (por ejemplo, grapado). La tira de plástico puede someterse a extrusión de PVC, o polietileno (incluyendo polietileno de alta densidad, por ejemplo). Cuando se usa PVC, la fusión con solvente puede ser preferible a la soldadura en muchas aplicaciones.

65 La adición de los elementos de refuerzo 30 y 40 a la tira de plástico 12 también puede ayudar a mejorar el índice de presión del tubo. Las tiras de material compuesto descritas anteriormente pueden incorporar adicionalmente otros

- 5 elementos para mejorar el índice de presión de la tubería enrollada. Por ejemplo, se puede proporcionar una lámina de fibra de tejido (p.ej. fibra de vidrio), plástica o de acero para mejorar el índice de presión de la tubería. Puede usarse cualquier material que posea un módulo de Young y una resistencia que excedan las del material plástico de la tira. La lámina se puede incorporar dentro del perfil (tira 12) de cualquier modo adecuado. Por ejemplo, la lámina puede soldarse a la base de la tira 12 o puede someterse a la extrusión en cruceta en la base de la tira 12 para proporcionar una tira 10 como se muestra en las Figuras 5 y 6.
- 10 Pueden proporcionarse características del borde de interconexión mejoradas para mejorar el índice de presión de la tubería. En las Figuras 5 y 6 se muestran ejemplos de perfiles que pueden construirse para aplicaciones a alta presión. Una unión mecánica es proporcionada por un elemento de borde macho 16 y un elemento de borde hembra 18 formados a partir de la tira de plástico 11. Este perfil es extrudido en cruceta encapsulando los elementos de refuerzo 30 y 40 en la medida en que la tira de material compuesto 10 es producida, obviando la necesidad de adicionar un talón de sellado como se describió previamente. Una lámina 50 se incorpora en la porción base de la tira 11. La lámina 50 posee un módulo de Young y resistencia mayor que la tira de plástico de PVC 11. Cuando se enrolla sobre la tubería helicoidal, este perfil puede proporcionar un tubo de alta presión adecuado para transportar fluidos bajo presión. Aunque las circunvoluciones adyacentes no están directamente unidas entre sí, el grosor del plástico y el diseño de la unión mecánica formada por los bordes adyacentes 16 y 18 aseguran que la tubería sea capaz de soportar presiones internas significativas.
- 15 Otras modalidades de la invención pueden proporcionarse con la lámina o bien unida a la base de la tira 12 o embebida dentro de la base de la tira 12.
- 20 Los materiales que posean propiedades direccionales pueden usarse como o dentro de la lámina. Por ejemplo, pueden usarse tiras de película plástica orientadas que sean fuertes en una dirección longitudinal y débiles en una dirección transversal. Tales tiras pueden mejorar la resistencia del "aro" de la tubería enrollada.
- 25 También pueden usarse tiras de películas plásticas que sean fuertes en una dirección transversal y débiles en una dirección longitudinal.
- 30 En algunas aplicaciones será deseable formar una lámina de dos (o más) tiras de películas plásticas que sean fuertes en las direcciones mutuamente ortogonales para que así resulte un material compuesto de alta resistencia en todas las direcciones.
- 35 Los ejemplos de materiales adecuados que tienen propiedades direccionales, incluyen láminas de poliolefina altamente extendidas. Tales láminas tienen una alta proporción de moléculas orientadas en la misma dirección, lo que proporciona módulo de Young altos y resistencia al rendimiento.
- 40 La patente australiana núm. AU2003227090 del solicitante titulada "Tiras de material compuesto Enrollables para Formar un Tubo Helicoidal y Método para esto" describe otras características de tiras de material compuesto y tubos de material compuesto, junto con métodos para producir las tuberías. Estas características y métodos pudieran usarse con la presente invención y la descripción de AU2003227090 que se incorpora de esta forma en su totalidad dentro de esta descripción.
- 45 Más generalmente, varios por cientos de fibras cortas con un alto módulo-e (por ejemplo, fibras de vidrio) pueden dispersarse a lo largo de todo el perfil para proporcionar un desempeño mejorado. La incorporación de tales fibras puede mejorar la resistencia a la tensión de la tira de material compuesto y puede mejorar el índice de presión de una tubería enrollada a partir de tales tiras.
- 50 Las varias tiras de material compuesto descritas e ilustradas anteriormente pueden ser fabricadas en una variedad de maneras. En particular, los elementos de refuerzo pueden adicionarse durante el proceso de extrusión (extrusión en cruceta), después del proceso de extrusión pero antes del enrollado de la tira de material compuesto sobre un carrete, durante el proceso de carga del carrete, durante el proceso de enrollado de la tubería, o después del proceso de enrollado del tubo.
- 55 Dependiendo de la aplicación, el proceso de enrollado del tubo puede ser subterráneo dentro de un tubo a ser rehabilitado, sobre el suelo en un sitio de construcción o en una fábrica de producción de tubos.
- 60 Como debe resultar claro de la Figura 7a a 7f, los elementos de refuerzo interno y externo pueden adicionarse en varios puntos separadamente o juntos en los procesos de producción, hasta, e incluyendo, la pos-instalación. Por ejemplo, el elemento de refuerzo interno puede adicionarse en la etapa de extrusión vía un proceso de extrusión en cruceta y el elemento de refuerzo externo puede adicionarse durante o después del proceso de enrollado de la tira de material compuesto 10 dentro de un tubo 70.
- 65 En referencia ahora a las Figuras 8a y 8b, se ilustra esquemáticamente un proceso en que un elemento de refuerzo 40 en forma de un alambre, se adiciona a la tira de material compuesto 10 durante el proceso de enrollado de la tubería.

Un par de carretes de alambre 50 se proporcionan para alimentar los alambres 40 dentro de los surcos o ranuras 27 formados en la parte superior de las porciones de nervaduras 20.

5 En algunas aplicaciones, puede resultar ventajoso adicionar el alambre en la etapa de carga del carrete. Por ejemplo, con algunos proyectos de rehabilitación, la adición del alambre en el lugar pudiera ser demasiado difícil.

10 La adición del alambre en el carrete, en algunas aplicaciones, puede ser mejor que la simple adición mediante una extrusión en cruceta, dado que la tira ya está doblada, y por lo tanto, se introduce menos tensión en la tira que, a fin de cuentas, pudiera o bien limitar su uso, o provocar que el tamaño del diámetro interno del carrete requiera incrementarse para de esta manera reducir la capacidad del carrete (lo que entonces incrementa los costos de flete).

15 Opcionalmente, un tensor 60 puede proporcionarse de forma que el alambre 40 se encuentre pre-tensionado. Esto resulta en una tubería pretensada 70, donde los elementos de refuerzo externos (alambre) 40 están en tensión y los elementos de refuerzo internos están en compresión.

20 Favorablemente, las proyecciones 29a y 29b se conforman con un conector, como se ilustra en la Figura 8b. Este conector, junto con la flexibilidad de las proyecciones 29a y 29b, permite que los alambres se ajusten en su sitio cuando están tensionados. Una vez firmemente sostenidos en las ranuras 27, se puede adicionar un talón para sellar el elemento de refuerzo de la modalidad (puede ser deseable para un alambre de acero, por ejemplo)

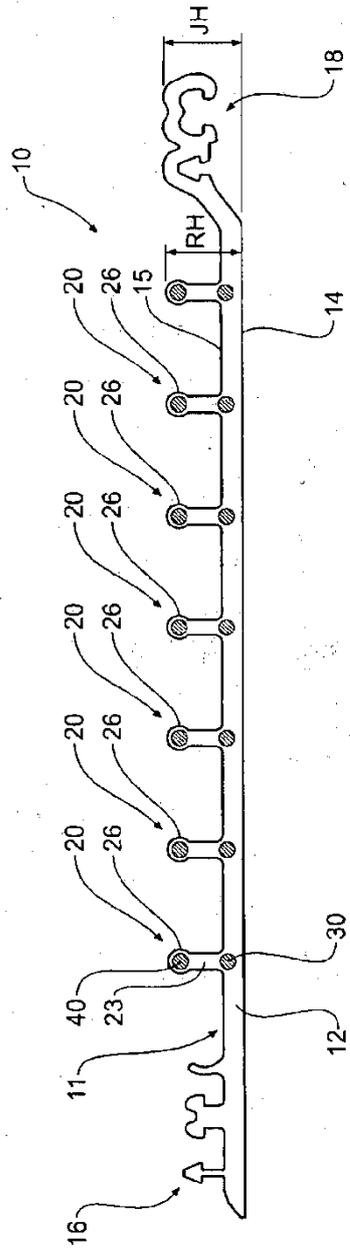
25 La adición del elemento de refuerzo externo después o hasta durante el proceso de enrollado de la tubería, como se describió anteriormente y se ilustra en la Figura 8a, proporciona un número significativo de ventajas. Sin uno o ambos elementos de refuerzo o elementos que estén en posición en el punto del enrollado, la fuerzas se reducen grandemente. Esto facilita el proceso de enrollado. Además, con el proceso ilustrado en la Figura 8a y descrito anteriormente, se puede alcanzar una rigidez muy alta de la tubería mejorada de la tira de material compuesto, porque la tubería ya se ha formado y, por lo tanto, no es necesario diseñar la tira de material compuesto completada para la capacidad de enrollado.

30 La no adición de uno o ambos elementos de refuerzo antes de cargar el carrete, puede permitir un incremento en la longitud de la tira enrollada por cada carrete, al ser posible comenzar la carga del carrete a un menor diámetro.

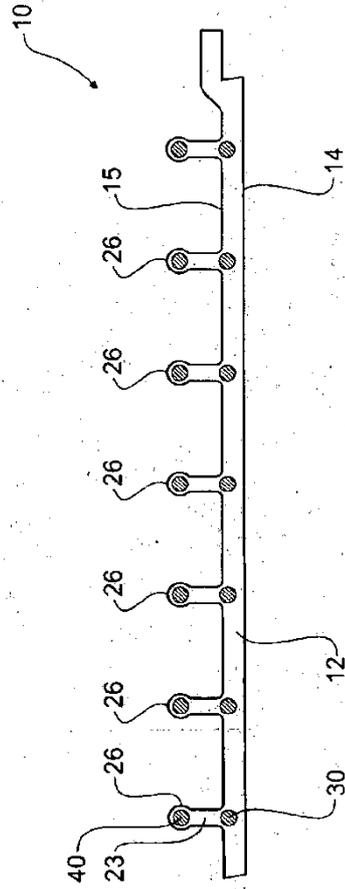
35 En algunas aplicaciones, puede ser ventajoso enrollar la tubería directamente después de la producción de la tira de material compuesto 10 sin la etapa intermedia de la carga del carrete con la tira de material compuesto. En varias modalidades de la invención descritas anteriormente, particularmente aquellas que emplean alambre, estén trenzados o no, hay mayor eficiencia de costo para correr un proceso continuo de fabricación de tubos. Esto se debe a que longitudes muy largas de alambre están fácilmente disponibles comercialmente y a que longitudes tan largas de tubos pueden fabricarse en un proceso continuo sin la necesidad de emplear mano de obra para unir el alambre (elemento de refuerzo). Este proceso continuo puede proporcionar beneficios adicionales significativos, incluyendo una reducción en el inventario, comparado con el proceso para enrollar un tubo empleando elementos de refuerzo en forma de tiras (tal como se describe en la solicitud de patente anterior del solicitante AU2003227090 referida anteriormente).

REIVINDICACIONES

- 5
1. Una tira de material compuesto (10) enrollable para formar una tubería helicoidal para la transportación de fluidos, la tira de material compuesto comprende:
- una tira de plástico alargada (11) que tiene una porción base (12), la porción base que tiene un lado inferior que define una cara interna (14) y un lado superior que define una cara externa;
- 10 al menos una porción de nervaduras que se extiende longitudinalmente (20) orientada hacia arriba de la cara externa de la porción de base, la porción de nervaduras que tiene un extremo distal (26) distante de la porción base (12);
- un elemento de refuerzo interno alargado (30) dispuesto dentro de, o adyacente a, la porción de base;
- un elemento de refuerzo externo alargado (42) dispuesto dentro del extremo distal de la porción de nervaduras (20), paralelo al elemento de refuerzo interno (30); y
- 15 Una porción de trama plástica intermedia alargada (23) que se extiende entre los elementos de refuerzo interno y externo, la porción de trama junto con los elementos de refuerzo interno y externo forman una porción de nervaduras de material compuesto (20),
- en donde cuando se enrolla en una tubería helicoidal, la porción de nervaduras de material compuesto (20) refuerza la tubería contra las cargas de compresión radiales,
- 20 **caracterizada porque** la cara interna (14) de la porción base mencionada tiene una porción transversal sustancialmente plana.
2. Una tira como se reivindica en la reivindicación 1, en donde el elemento de refuerzo externo (42) se construye de un material que posee un módulo de Young mayor que el de la tira de plástico (11) y en donde elemento de refuerzo interno (30) se construye de un material que tiene un módulo de Young mayor que el de la tira de plástico.
- 25
3. Una tira como se reivindica en la reivindicación 1, en donde los elementos de refuerzo interno y externo están completamente encapsulados.
- 30
4. Una tira como se reivindica en la reivindicación 1 que tiene un primer y un segundo elemento de refuerzo externos alargados (42, 44) dispuestos dentro del extremo distal (26) de la porción de nervaduras posicionada lateralmente separada del primer y segundo lado, respectivamente, de un plano que hace biseca la porción de nervadura perpendicularmente a la base.
- 35
5. Una tubería (70) que comprende una tira de material compuesto enrollada helicoidalmente (10), la tira de material compuesto como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
- 40
6. Un método para producir una tubería (70) que comprende una tira de material compuesto enrollada helicoidalmente (10), que incluye las etapas de:
- a) extrudir una tira plástica alargada (11), la tira tiene una porción base (12), la porción base tiene un lado inferior que define una cara interna (14) y un lado superior que define una cara externa, y al menos una porción de nervaduras extendidas longitudinalmente orientadas hacia arriba de la cara externa de la porción de nervaduras, la porción de nervaduras tiene un extremo distal (26) remoto de la porción base;
- 45 b) introducir un primer elemento de refuerzo en la porción base en una posición adyacente a, al menos, una porción de nervaduras, para así formar una tira de material compuesto subensamblada;
- c) flexionar la tira de material compuesto alrededor de un eje transversal a la base;
- d) introducir un segundo elemento de refuerzo en el extremo distal de al menos una porción de nervaduras, para así formar una tira de material compuesto ensamblada,
- 50 de manera que la etapa de introducir el primer elemento de refuerzo ocurre durante o después de la etapa de extrusión y de manera que la etapa de introducir el segundo elemento de refuerzo ocurre durante o después de la etapa de flexión,
- caracterizado porque** la cara interna (14) de la mencionada porción base se forma con una porción transversal sustancialmente plana.
- 55
7. Un método como el reivindicado en la reivindicación 6 en donde la etapa de flexión c) comprende enrollar la tira de material compuesto subensamblada en una tubería.
- 60
8. Un método como el reivindicado en la reivindicación 6 en donde la etapa de introducción d) incluye tensar el elemento de refuerzo de manera que la tubería está pretensionada.
9. Un método como el reivindicado en la reivindicación 6 que además comprende la etapa de sellar el segundo elemento de refuerzo dentro del extremo distal (26) de al menos una nervadura.
- 65

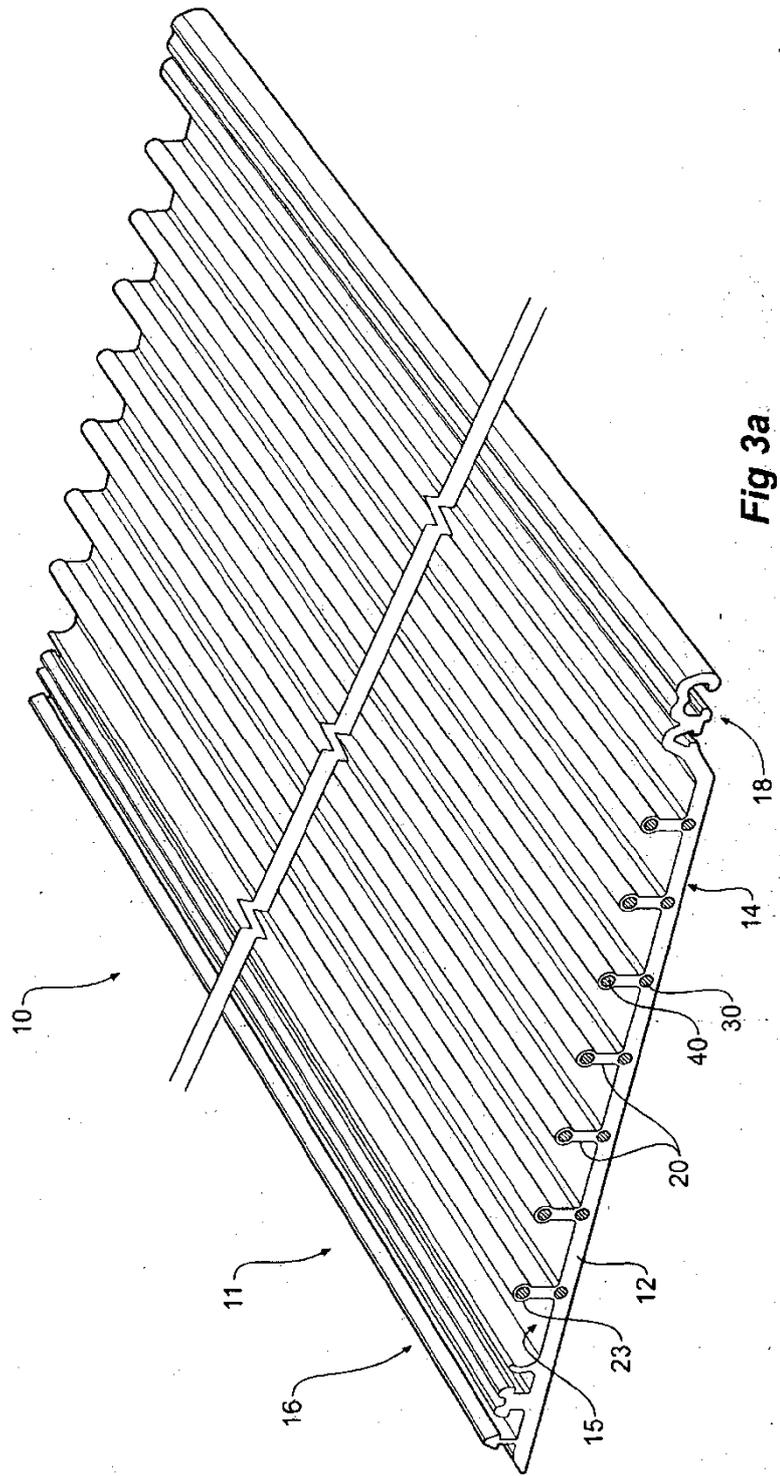


**Fig 1a**

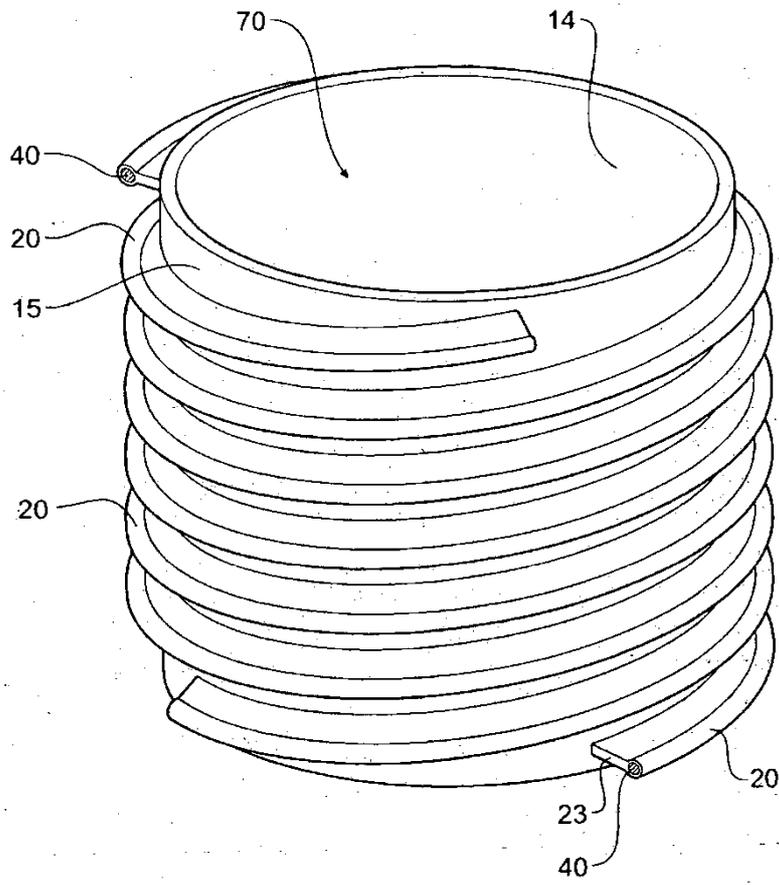


**Fig 1b**









**Fig 4**

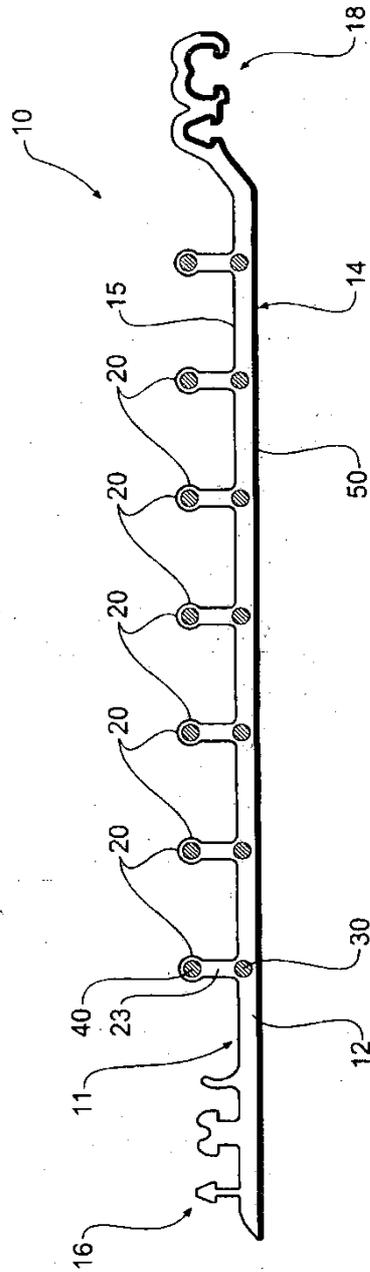


Fig 5

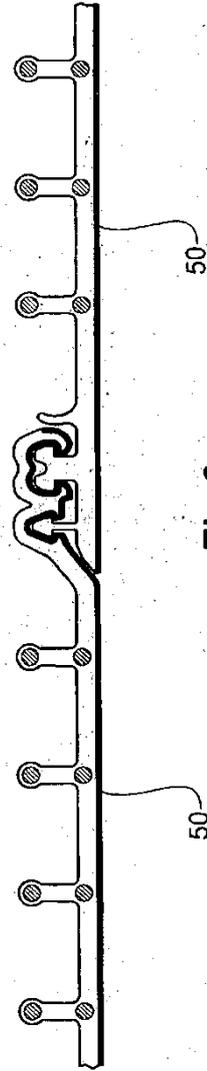


Fig 6

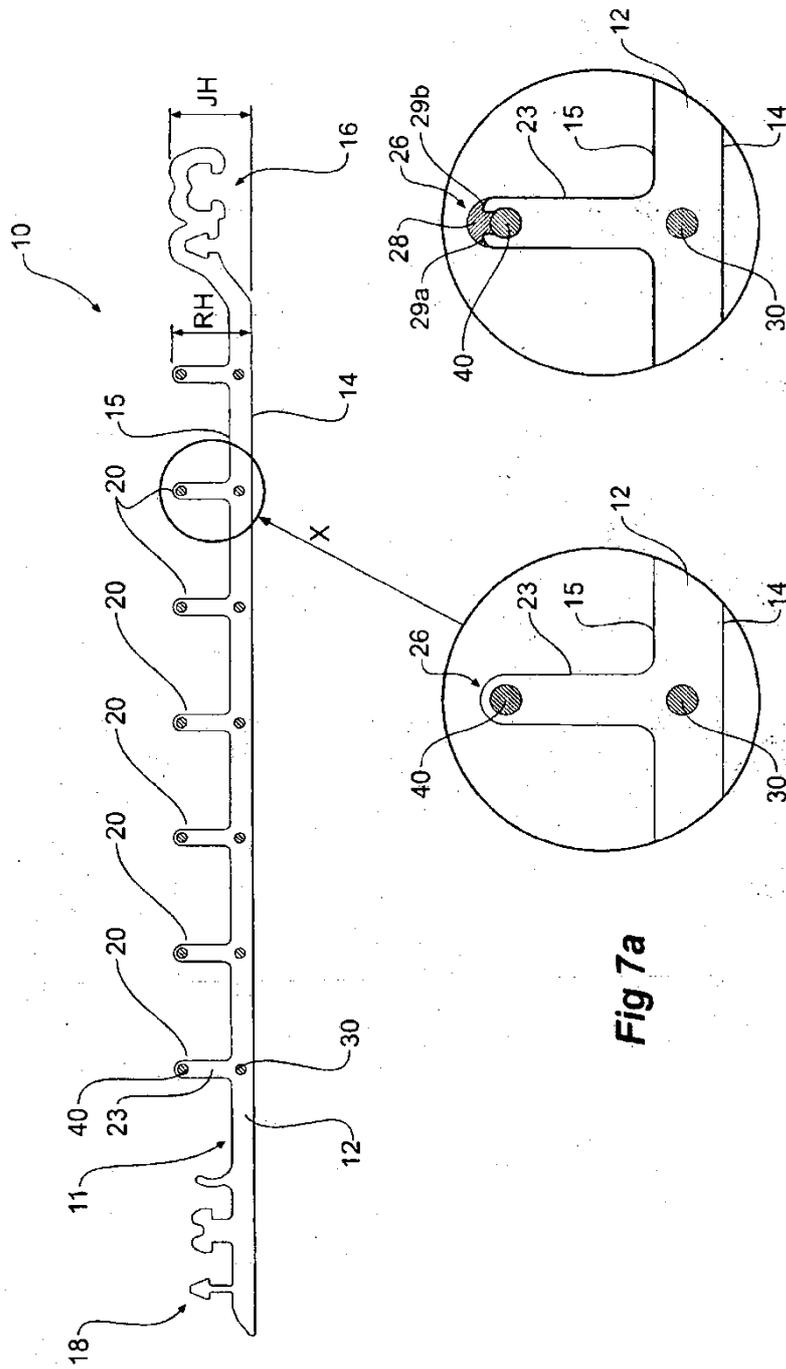
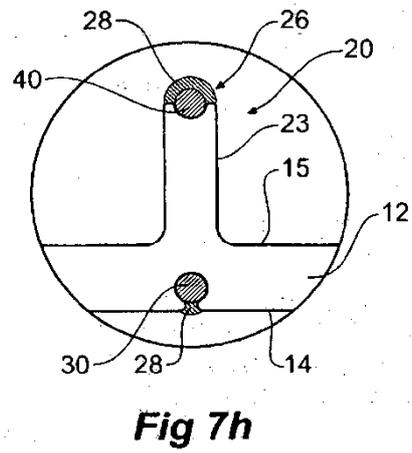
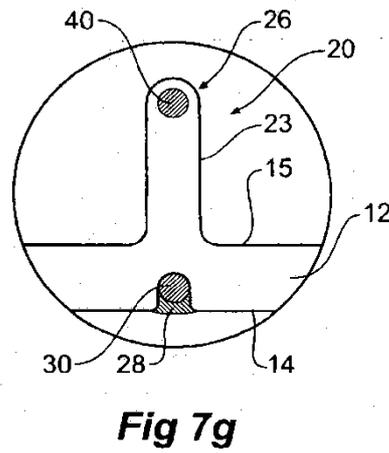
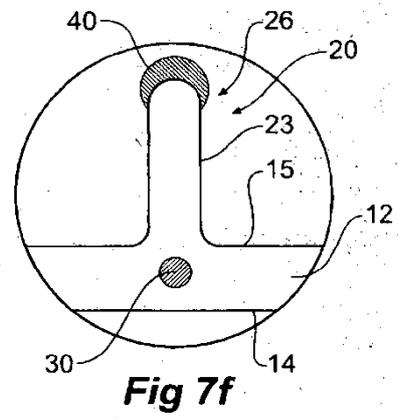
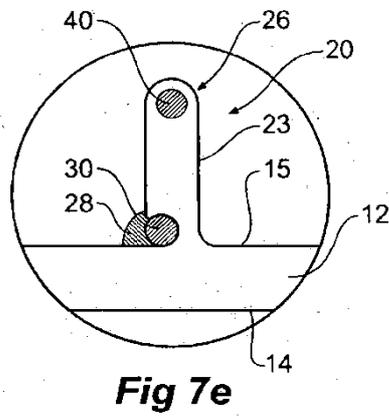
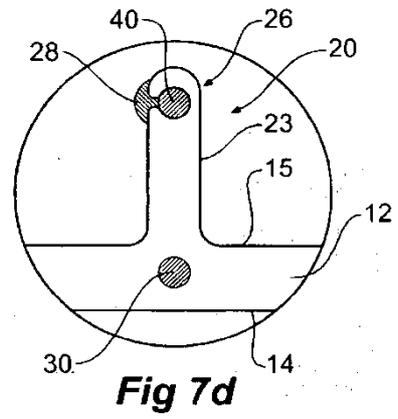
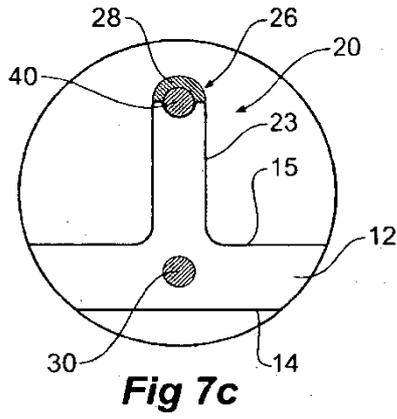
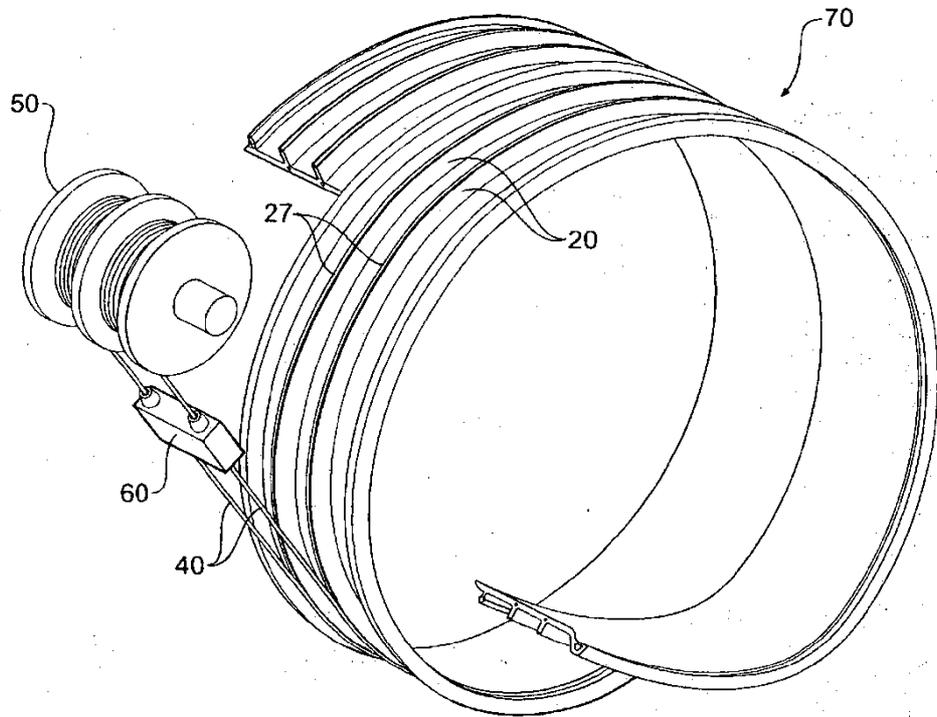


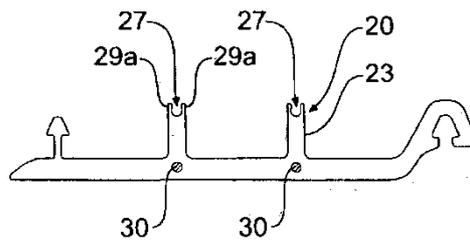
Fig 7b

Fig 7a



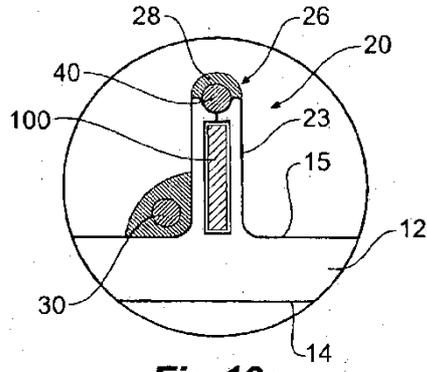


**Fig 8a**

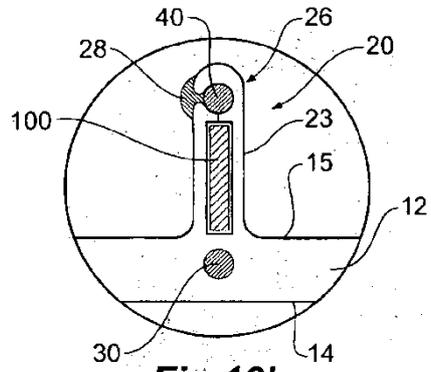


**Fig 8b**

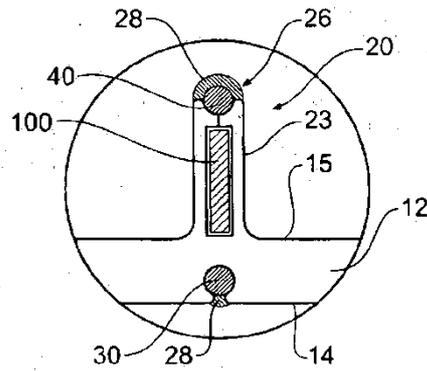




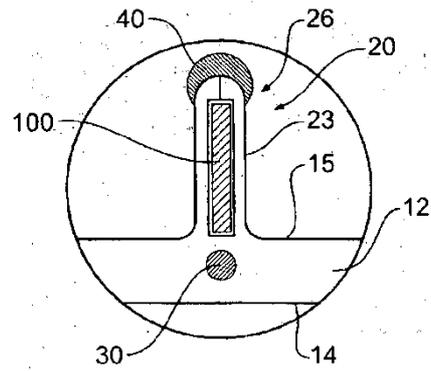
**Fig 10a**



**Fig 10b**



**Fig 10c**



**Fig 10d**