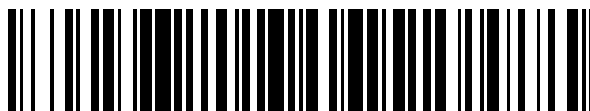


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 460**

51 Int. Cl.:

**F25B 39/02** (2006.01)

**F28F 1/08** (2006.01)

**F28F 19/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.11.2009 PCT/IB2009/054989**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.05.2010 WO10055468**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2009 E 09799397 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2350541**

54 Título: **Circuito de refrigeración**

30 Prioridad:

**17.11.2008 IT MI20082039**

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

**22.11.2016**

73 Titular/es:

**INDUSTRIE ILPEA S.P.A. (100.0%)  
Viale Industria, 887  
21023 Malgesso (Varese), IT**

72 Inventor/es:

**CATALDO, CLAUDIO, DAMIANO y  
CITTADINI, PAOLO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 590 460 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

## Circuito de refrigeración

5 La presente invención se refiere a un circuito de refrigeración. Más concretamente, la presente invención se refiere a un aparato de refrigeración, preferiblemente del tipo utilizado en aparatos electrodomésticos tales como frigoríficos, congeladores, arcones congeladores, neveras y similares. Igualmente, la invención también es aplicable, de un modo completamente similar, a aparatos electrodomésticos de acondicionamiento.

10 Se conoce que los refrigeradores de tipo tradicional y aparatos de refrigeración similares comprenden un circuito de refrigeración en el que se utiliza un medio refrigerante que es adecuado para sustraer calor de un espacio cerrado que se va a refrigerar a una temperatura predeterminada, tal como el interior de un frigorífico o congelador, transfiriéndolo hacia el espacio exterior más caliente. El circuito de refrigeración anterior es un circuito cerrado en el que un compresor, un condensador, un dispositivo capilar o de laminación y un evaporador funcionan  
 15 secuencialmente según modos de funcionamiento conocidos. En concreto, el medio refrigerante es una sustancia de bajo punto de ebullición adecuada para sufrir un cambio de estado de líquido a vapor por expansión con el efecto de sustraer calor al ambiente con el que está en contacto, y a continuación un paso a la inversa de vapor a líquido, durante la circulación del mismo en el circuito de refrigeración. Centrándose en los intercambios térmicos del medio refrigerante con el aire del espacio cerrado que se va a refrigerar y del entorno exterior, tal intercambio tiene lugar  
 20 mediante serpentines metálicos en los que se transporta el medio refrigerante de modo que aumenta la superficie de intercambio térmico entre el medio refrigerante y el propio aire.

Los serpentines metálicos utilizados para tal función se obtienen generalmente partiendo de un tubo metálico continuo (de acero, aluminio o cobre) que se curva adecuadamente múltiples veces para seguir un perfil de una  
 25 superficie útil destinada al intercambio térmico. Tal superficie útil se sitúa en la parte trasera del frigorífico en el caso del condensador, mientras que en el caso del evaporador la configuración de los serpentines depende del modelo de aparato de refrigeración o frigorífico, congelador o combinado, y concierne a una o más paredes dentro del propio frigorífico. En concreto, se conoce colocar el serpentín del evaporador en la pared inferior interior y/o en las paredes laterales interiores del frigorífico, o incluso en una o más estanterías dispuestas dentro del frigorífico. Según la  
 30 configuración dentro de los frigoríficos y de los resultados que se desean conseguir, los evaporadores pueden ser estáticos (hilo sobre tubos (Wire on Tubes) o tubos sobre placas (Tubes on Plates)) o dinámicos (sin escarcha (No Frost)). En cualquier caso, hay un paquete que consiste en tubos de acero o aluminio o cobre curvados adecuadamente y soldados o conectados de otro modo a otros cuerpos metálicos que aumentan la superficie de intercambio de los mismos (hilos metálicos en el caso de WOT, láminas metálicas en el caso de TOP y láminas de  
 35 aluminio en el caso de NF).

El curvado del tubo metálico para fabricar el serpentín del evaporador se lleva a cabo según diferentes procedimientos dependiendo de la geometría de la superficie sobre la cual el propio serpentín está destinado a estar activo. De hecho, el curvado del tubo metálico se lleva a cabo generalmente mediante máquinas de curvado de  
 40 tubos especiales antes de la instalación final del serpentín, y por tanto debe ser configurado de un modo diferente según la geometría final del serpentín. El curvado debe ser llevado a cabo de modo que se evite el estrangulamiento o variaciones de sección en tales zonas.

De modo desventajoso, esto implica una mala flexibilidad de operación, relacionada con la imposibilidad de  
 45 proporcionar un proceso estandarizado para obtener el serpentín que permanecerá invariable solo para los frigoríficos del mismo modelo o la misma gama. Tal desventaja provoca el inconveniente de implicar distintos procesos de producción, lo que afecta muy negativamente a los tiempos de fabricación y, como consecuencia directa, implican elevados costes de producción.

50 Además, los procesos de almacenamiento se ven perjudicados ya que se debe prever el almacenamiento de distintos tipos de serpentines, cada uno destinado a ser montado solo sobre superficies de intercambio térmico predeterminadas que tienen una geometría predeterminada.

Además, la fabricación de los serpentines anteriores a partir de tubos metálicos implica costes de producción  
 55 adicionales relacionados con la obtención de los materiales de partida (metal), con cualquier procesamiento de los propios materiales de partida, así como con las complicadas operaciones de fabricación del tubo metálico y el curvado del mismo para definir el perfil final del serpentín. De hecho, el tubo metálico se obtiene por soldadura de una lámina plana adecuadamente formada, y tal proceso es muy costoso y complejo, ya que también debe ser llevado a cabo de un modo preciso para evitar fugas de fluido refrigerante que dañarían irreparablemente el  
 60 frigorífico en muy corto período, con consecuencias económicas graves para el fabricante y para el medio ambiente (tales fluidos son a menudo contaminantes). Además, el tubo metálico se suministra en rollos a los fabricantes de evaporadores y así se desenrolla, se estira, se comprueba al diámetro del mismo y a continuación se curva adecuadamente múltiples veces a 180° en direcciones alternadas para obtener la superficie de intercambio térmico deseada, y finalmente se acopla a cuerpos metálicos conformados como aletas o hilos metálicos rectos, adecuados  
 65 para facilitar el intercambio térmico con el ambiente que se va a refrigerar. El acoplamiento con tales hilos metálicos

se realiza principalmente por soldadura de puntos (WOT) o por la introducción del haz de tubos en ranuras especiales obtenidas en las aletas de aluminio (NF). Estas son operaciones principalmente manuales que solo se pueden automatizar a expensas de la flexibilidad de la línea de producción, y además la necesidad de realizar puntos de soldadura en la WOT y la de soldar los tubos de entrada y salida del evaporador a las partes restantes de circuito obliga a tratar químicamente y a recubrir o tratar galvánicamente después todas las superficies de la pieza, de modo que se vuelvan resistentes a la corrosión. La complejidad del proceso de producción de los serpentines metálicos del tipo conocido y descrito anteriormente está clara. Además, la presencia del serpentín metálico y de los cuerpos metálicos aumenta enormemente la masa global y como consecuencia el peso del aparato electrodoméstico.

Igualmente, los tratamientos químicos adicionales anteriores son costosos y muy contaminantes (podemos considerar, por ejemplo, un recubrimiento de níquel): ya que, después de tales tratamientos, se genera un lodo que contiene metales pesados que debe ser enviado a centros de recogida especiales para residuos de alta toxicidad.

Se conoce un frigorífico de la patente EP1479987, que comprende un evaporador equipado con un tubo flexible. El tubo flexible, fabricado de material plástico, es cilíndrico y arrollado a modo de espiral alrededor de soportes respectivos y puede ser alargado o empaquetado para variar su configuración basándose en una parte del frigorífico en la que se desea una acción de refrigeración.

Sin embargo, la flexibilidad del tubo es limitada y el mismo se puede deformar sustancialmente a lo largo de una única dirección alrededor de la cual se arrollan los serpentines.

Además, se conoce un frigorífico de la patente KR20010094016 provisto de un evaporador fabricado de material plástico. El manual "Modern Refrigerator and Air Conditioning" de Althouse et al. da a conocer un circuito de refrigeración según la reivindicación 1 (páginas 382-383).

Para evitar los problemas conocidos de formación de escarcha, tal evaporador (con una estructura rígida y conformado como una superficie plana que define los tubos de refrigeración y las aletas) exhibe un recubrimiento de pasta eléctricamente conductora para su conexión a un conductor metálico externo y una capa aislante externa adicional igualmente de plástico. Con referencia a la propiedad intelectual europea mencionada anteriormente, de forma desventajosa, la adopción de un tubo de plástico similar que tiene una forma perfectamente cilíndrica no permite un intercambio térmico óptimo por el fluido refrigerante que circula en el mismo. Además, el anterior tubo cilíndrico arrollado a modo de espiral es adecuado para alargarse o empaquetarse a lo largo de una dirección predeterminada, sin embargo no exhibe elevadas propiedades de flexibilidad en ninguna dirección, y en concreto en el caso de un curvado muy marcado tal como el curvado de radio estrecho necesario generalmente en la fabricación de serpentines planos para frigoríficos.

En detalle, tal propiedad intelectual no garantiza un elevado rendimiento en relación a la flexibilidad de operación y la adaptabilidad de la geometría del intercambiador de calor como se requiere actualmente en el mercado.

Igualmente, el documento coreano no hace mención a los problemas de adaptabilidad y modularidad del intercambiador de calor.

La patente anterior se refiere igualmente a la fabricación de una capa de material conductor comprendida entre un material plástico interno en contacto con el fluido refrigerante y un material de recubrimiento externo, sin describirse en absoluto la naturaleza y la tecnología de aplicación del mismo.

En las patentes anteriores, en cualquier caso, uno de los problemas más importantes no fue resuelto: cómo evitar fugas de gas a través de las superficies del evaporador o el condensador o a través de los dispositivos de conexión de tal aparato con los otros componentes del circuito de refrigeración. El sellado perfecto de cualquier fuga de gas a través del circuito de refrigeración es una condición necesaria para que un frigorífico funcione adecuadamente y durante varios años.

La fabricación de un tubo flexible se conoce igualmente de la patente EP918182 para transportar un refrigerante en un sistema de acondicionamiento de aire.

La estructura descrita por tal propiedad intelectual parece en cualquier caso muy compleja, ya que prevé una primera capa interna y una capa externa de material plástico acopladas mediante la adopción de una capa intermedia.

Se proporciona una cubierta por fuera de los tubos de material plástico, que consiste en fibras sintéticas protegidas a su vez por una funda externa adicional.

Tal estructura compleja convierte a los tubos descritos en la propiedad intelectual europea en sustancialmente

inadecuados para su uso en intercambiadores de calor que deban conseguir el paso del propio calor entre el fluido refrigerante y el ambiente externo.

5 Por otro lado, el tubo descrito en la anterior patente europea sirve exclusivamente para transportar tal fluido y no para un intercambio térmico con el ambiente, que tiene lugar en estructuras diferentes y no descritas.

10 En lo que sigue se indica igualmente que los tubos de material plástico para intercambiadores de calor son conocidos para aplicaciones completamente diferentes de circuitos de refrigeración para aparatos electrodomésticos.

15 En concreto, tales intercambiadores de calor se diseñan para las más variadas aplicaciones en el campo de la automoción. Por ejemplo, se conocen intercambiadores según la patente US2007/0289725 y la US5706864.

20 Sin embargo, se debe indicar que los dispositivos según una o la otra de las patentes indicadas no se pueden utilizar en circuitos de refrigeración según la presente invención, ya que su campo de aplicación los hace completamente inadecuados para transportar los gases refrigerantes utilizados habitualmente en aparatos electrodomésticos, e igualmente no son adecuados para permitir el intercambio térmico en condiciones de fase líquida y fase gaseosa del fluido que circula en los mismos. Estas aplicaciones utilizan típicamente tan solo un fluido que debe trabajar a temperaturas y presiones de funcionamiento completamente diferentes de aquellas utilizadas normalmente en un circuito refrigerante para aparatos electrodomésticos.

25 A este respecto, la utilización de uno o el otro de los dispositivos descritos en las dos patentes mencionadas anteriormente es inconcebible, ya que el experto en la técnica reconocería inmediatamente una pluralidad de dificultades de adaptación relacionadas con las fugas de material refrigerante, con el intercambio térmico insuficiente, con la imposibilidad de una correcta velocidad del fluido dentro del tubo, etc.

30 La tarea técnica de la presente invención es proporcionar un circuito de refrigeración y aparato electrodoméstico que debe estar libre de los inconvenientes mencionados anteriormente.

35 Dentro de tal tarea técnica, un objeto de la invención es proporcionar un aparato electrodoméstico para refrigerar cuya producción debe implicar una elevada flexibilidad de operación.

40 Un objeto adicional de la invención es proporcionar un aparato electrodoméstico para refrigerar que debe estar fabricado de un modo sencillo, barato y más respetuoso con el medioambiente.

45 Un objeto adicional de la invención es proporcionar un aparato electrodoméstico para refrigerar que debe estar fabricado de una manera más automatizada y por tanto fiable, con referencia en especial a las anteriores operaciones de soldadura, eliminando la soldadura manual que se lleva a cabo en la actualidad para conectar los diversos dispositivos de circuito entre sí. Un objeto adicional de la invención es combinar, en la medida de lo posible, los materiales utilizados para fabricar las diversas piezas del sistema de refrigeración (en la actualidad cobre, aluminio y acero), sustituyéndolos con materiales plásticos compatibles y reciclables sin separación, de modo que se simplifiquen los procesos de almacenamiento de las propias piezas. Igualmente es un objeto de la invención proporcionar un aparato electrodoméstico para refrigerar que debe tener una menor masa y peso.

50 Es un objeto adicional de la invención proporcionar un aparato electrodoméstico para refrigerar que debe exhibir una elevada flexibilidad en una pluralidad de direcciones, y en concreto en el caso de pequeños radios de curvado.

55 Estos y otros objetos, como aparecerá en lo que sigue en la presente descripción, se consiguen sustancialmente mediante un circuito de refrigeración para un aparato electrodoméstico para refrigerar que tiene las características expresadas respectivamente en la reivindicación 1 y mediante un proceso para producir un tubo para un circuito de refrigeración según la reivindicación 10.

60 La invención resulta de la observación de que la fase lenta del proceso de intercambio térmico en los circuitos refrigerantes actuales no es de conducción de calor a través del espesor del tubo del intercambiador, sino de intercambio térmico por convección natural o forzada (sin escarcha) entre el aire y la superficie del propio tubo.

65 Hasta ahora, los intercambiadores para aparatos electrodomésticos siempre se han fabricado de material metálico (incluso muy costoso como cobre), para aumentar la conductividad térmica del tubo. La invención, por el contrario, utilizar un material plástico, menos costoso, que se puede procesar mejor, aunque con una menor conductividad térmica, tan solo porque el proceso de intercambio no se genera por la conductividad térmica del tubo.

Esto se aplica a espesores del tubo de plástico no superiores a 1,5 mm; con el fin de mejorar el intercambio térmico del circuito se ha considerado intervenir en la fase lenta del proceso (intercambio térmico entre tubo y aire), aumentando la superficie de intercambio con el uso de superficies de tubo corrugadas que, con el mismo diámetro, permiten un aumento entre el 30-50% de la superficie de intercambio por unidad de longitud del tubo.

Un modo de realización preferido aunque no exclusivo de un aparato electrodoméstico para refrigerar se ilustrará a continuación por medio de un ejemplo no limitativo según la presente invención y las figuras adjuntas, en las cuales:

- 5 – la figura 1 muestra una representación esquemática de un circuito de refrigeración según la presente invención, y en concreto del tipo con tubos de evaporación;
- la figura 2 muestra una vista en perspectiva de una parte del circuito de refrigeración de un aparato electrodoméstico según la presente invención;
- 10 – la figura 3 muestra una representación lateral parcial y en sección parcial de un tubo utilizable en un circuito de refrigeración según la presente invención y según un primer modo de realización;
- la figura 3a muestra una posible versión de la sección del tubo de la figura 3;
- 15 – la figura 4 muestra una representación lateral parcial y en sección parcial del detalle de la figura 3 consistente en una doble capa de material plástico adecuada para hacer que la pared del tubo sea totalmente impermeable a gases según un modo de realización diferente;
- las figuras 5 y 6 muestran dos posibles secciones de un tubo capilar utilizado en el circuito según la invención;
- 20 – las figuras 7 a 10a muestran una sección de posibles modos de realización de los medios de calentamiento utilizados en la tubería según la invención;
- las figuras 11-13 muestran distintos modos de realización de conectores para conectar partes de tubería utilizadas en el circuito según la invención;
- 25 – las figuras 14 y 15 muestran el acoplamiento entre un tubo capilar y la tubería según la presente invención;
- las figuras 14a, 14b y 14c muestran tres posibles versiones de modos de realización de un acoplamiento entre tubo capilar y corrugado obtenido por coextrusión o, en todos los casos, acoplados de modo continuo con el fin de optimizar el intercambio térmico y la recuperación de energía;
- 30 – la figura 16 muestra el acoplamiento entre tubería metálica y una tubería de plástico según la presente invención;
- 35 – las figuras 17-19 muestran el acoplamiento entre dos partes terminales de tubos de material plástico utilizados en el circuito según la presente invención;
- la figura 20 muestra una posible configuración del acoplamiento entre una tubería corrugada y el compresor u otra tubería lisa o corrugada; y
- 40 – las figuras 21a y 21b muestran dos posibles configuraciones del acoplamiento entre tubería y capilar;
- la figura 22 es una representación parcial en vista lateral y parcial en sección de un tubo utilizable en un circuito de refrigeración según la presente invención, en un modo de realización adicional que permite un acoplamiento más fácil entre un tubo de plástico corrugado y una capa metálica unida al mismo;
- 45 – la figura 23 muestra un detalle ampliado de la sección de pared del tubo al que se refiere la fig. 22; y
- la figura 24 es una vista en perspectiva de la tubería de las figuras 22 y 23;
- 50 – la figura 25 muestra un modo de realización alternativo del tubo de la figura 22, visto en sección;
- la figura 26 muestra una forma de corrugación del tubo alternativo en relación a las figuras precedentes con superficies internas planas de las cavidades, de modo que se reduzca al mínimo el ruido producido por el gas que fluye dentro del tubo; y
- 55 – la figura 27 es una vista en sección de un modo de realización alternativo adicional del tubo visto en la figura 22.

60 Según la vista esquemática de la figura 1, el número de referencia 1 indica globalmente un aparato de refrigeración que puede ser, a modo de ejemplo, un frigorífico, un congelador, un arcón congelador, un acondicionador o cualquier otro aparato principalmente para propósitos domésticos, adecuado para refrigerar un entorno cerrado, en concreto un espacio 2, concretamente para almacenar productos alimenticios o para acondicionar un salón.

El aparato 1 comprende un circuito de refrigeración 3 objeto de la presente invención, que es adecuado para llevar a cabo un ciclo de refrigeración termodinámico y es adecuado para transportar un fluido refrigerante a lo largo de una trayectoria cerrada según una dirección de avance indicada con "A" en la figura 1. El circuito de refrigeración 3 funciona mediante un cambio de fase líquida-vapor del fluido refrigerante, y comprende un compresor 4, un condensador 5, un filtro 18, un dispositivo de laminación 6 y un evaporador 7, además de otros dispositivos opcionales adecuados para mejorar el rendimiento del ciclo de refrigeración. El funcionamiento detallado del circuito de refrigeración se encuentra más allá de los contenidos de la presente invención y por tanto no se describirá en lo que sigue en detalle.

El evaporador 7 define un primer intercambiador de calor que tiene la función de extraer energía en forma de calor de una parte interna del aparato 1, y en concreto de un espacio 2, y transferirlo al fluido refrigerante que circula a través del evaporador 7. El espacio 2, que en el caso de frigoríficos está destinado generalmente a almacenar alimentos o en cualquier caso alimentos perecederos, está delimitado por paredes 8 y es accesible desde el exterior del aparato, por ejemplo por medio de una o más puertas de cierre. Más en detalle, el evaporador 7 comprende una tubería 9 que se extiende desde un primer extremo 9a, que se puede conectar (opcionalmente mediante partes de tubería adicionales) al dispositivo de laminación 6, hasta un segundo extremo 9b que tiene habitualmente la función de intercambiador de calor con el dispositivo de laminación 6, que se puede conectar (opcionalmente, igualmente, mediante segmentos de tubería adicionales) a un compresor 4. La tubería 9 está destinada a transportar el fluido refrigerante y permitir la transferencia de energía térmica (calor) del espacio 2 hacia el fluido refrigerante que circula en la propia tubería 9.

Igualmente, el condensador 5 comprende un serpentín 10 que se extiende desde un primer extremo 10a, que se puede conectar al compresor 4, hasta un segundo extremo 10b, que se puede conectar al dispositivo de laminación 6 y que habitualmente contiene un elemento de filtración de gas 18. El serpentín 10 está destinado a transportar el fluido refrigerante y permitir la transferencia de energía térmica del fluido refrigerante que circula en el propio serpentín 10 hacia un entorno externo en el que se sitúa el aparato o hacia una fuente de calor.

A menos que se establezca de otro modo en la siguiente descripción, el serpentín 10 puede consistir en una tubería similar a la tubería 9 mencionada anteriormente pero con un diámetro menor, debido a las mayores presiones de funcionamiento o, como alternativa, se puede fabricar de una tubería metálica como ocurre habitualmente en la actualidad en los circuitos de refrigeración del mercado. Según la normativa en vigor, el fluido refrigerante pertenece a las clases HFC (hidrofluorocarburos), HC (hidrocarburos) o mezclas de los mismos. Preferiblemente, el fluido refrigerante utilizado es un hidrocarburo alifático tal como isobutano, R600a.

Según la configuración mostrada en la figura 1, tanto la tubería 9 como el serpentín 10 se disponen según trayectorias de arrollado respectivas (que, a modo de ejemplo, pueden formar desviaciones de 180 grados; sin embargo, se pueden adoptar otras configuraciones geométricas de funcionamiento equivalentes, como se explica mejor en lo que sigue), de modo que se curven sustancialmente sobre sí mismas para adoptar una configuración compacta adecuada para obtener un intercambio térmico eficiente. La figura 2 muestra un ejemplo de un modo de realización de la tubería 9 del evaporador 7, que se aplica a una superficie (inferior, o de soporte intermedia) 11 de un frigorífico y se esquematiza con un patrón en el sentido del hilo para resaltar la trayectoria de arrollado de la propia tubería 9. Más detalladamente, la tubería 9 se construye en un espesor de la superficie 11, de modo que se puede asociar establemente con la misma, pero alternativamente, por supuesto, se puede situar igualmente dentro de una pared del aparato que está enterrada en el mismo. Ventajosamente, la tubería 9 está fabricada de un material sintético y preferiblemente plástico, de modo que se simplifiquen los procesos de producción y se reduzca el peso global del circuito.

La tubería 9 exhibirá al menos cuatro peculiaridades: permitirá un intercambio de calor adecuado entre el fluido refrigerante y el sistema de refrigeración y, por lo tanto, tendrá un espesor limitado; no será permeable al fluido refrigerante que fluye en la misma para evitar la contaminación del entorno y la pérdida de capacidad de refrigeración del circuito, y garantizará igualmente la impermeabilidad a la humedad/agua para evitar infiltraciones (y la consecuente congelación) de esta última en el circuito de refrigeración; además, la tubería garantizará igualmente la impermeabilidad al O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub> (gases no condensables); finalmente, la superficie interna del tubo debe estar conformada de tal modo que no genere ondas acústicas, tras el paso del gas, de tal naturaleza que provoquen problemas a los usuarios.

La tubería 9 se define al menos parcialmente, preferiblemente completamente o al menos en las curvas, mediante un tubo corrugado, que exhibe un perfil del tipo ilustrado en la figura 3. En detalle externamente, preferiblemente también internamente, la tubería 9 exhibe una alternancia de salientes 12 y cavidades 13, que alternan entre sí para definir un perfil externo sustancialmente ondulado, según se ilustra en las figuras 3 y 4.

Esto consigue ventajosamente un aumento de la turbulencia en el paso del fluido refrigerante que permite realizar el intercambio de calor más eficientemente.

Para evitar que tales turbulencias generen ondas acústicas (ruido) que puede percibirse por los usuarios de un modo molesto, se ha estudiado una superficie de tales cavidades 13 según la forma descrita en la figura 26, superficie que debe ser plana. Diferentes formas generan un fenómeno de cavitación que produce un ruido muy molesto.

5 Preferiblemente, la tubería 9 utilizada para el evaporador 7 tiene un diámetro externo máximo "De-max" comprendido entre 6 mm y 14 mm, y preferiblemente dentro del intervalo óptimo de 8-11 mm, mientras que la longitud del tubo 9 para el evaporador estará comprendida entre 8 y 26 m, basándose en el intercambio térmico requerido y en la resistencia de flujo.

10 Por el contrario, las dimensiones óptimas de circuito de refrigeración, en la sección del condensador (primer intercambiador de calor 5), son como sigue: diámetro externo máximo De-max del tubo comprendido dentro del intervalo de 5-10 mm y, preferiblemente, dentro del intervalo de 6-8 mm.

15 Lo anterior resulta del hecho de que el fluido refrigerante que pasa a través del condensador está sometido a mayores presiones (vapor de condensación) y por tanto esto requiere menores dimensiones transversales de la tubería.

20 La longitud del tubo estará comprendida dentro de un intervalo entre 4-15 m, basándose en el intercambio térmico requerido y las pérdidas de carga.

Una característica fundamental de los circuitos de refrigeración, además de garantizar el intercambio térmico deseado, es constituir una barrera tan impermeable como sea posible a distintos agentes.

A continuación están los agentes y los límites de aplicación típicos en cuestión:

25

Agente	Permeabilidad máxima admisible	Unidad de medida
Isobutano	0,5	g/año
Oxígeno+ nitrógeno	1%	Fracción molar, en relación al refrigerante, admitida para toda la vida del frigorífico (10 años)
Agua	100 p.p.m	Fracción en peso, en relación al refrigerante, admitida para toda la vida del frigorífico (10 años)

Se sabe que los circuitos de refrigeración funcionan en un intervalo de temperaturas de -30° a + 70 °C y en un intervalo de presiones que varían de 0,3 a 12 bar; por supuesto, las especificaciones de impermeabilidad de la tabla anterior se deben mantener dentro de todos estos intervalos.

30

Además, en el funcionamiento normal de un circuito de refrigeración, el aceite lubricante del compresor se transporta parcialmente y de modo ininterrumpido junto con el refrigerante en el que es perfectamente soluble.

35 El aceite no exhibe las características del refrigerante, esto es, aquellas de evaporación a baja temperatura, y por lo tanto se transporta por la corriente de succión generada por el compresor a lo largo de todo el circuito de refrigeración, o en disolución con el refrigerante o en forma de gotitas si el refrigerante (del evaporador) ya se ha evaporado.

40 Para permitir este transporte del refrigerante, la velocidad del fluido refrigerante debe ser, en general, preferiblemente mayor de 4 m/s. Si no, existe el riesgo de que el compresor pueda quedar desprovisto del aceite que queda atrapado en las corrugaciones del tubo y se puede quemar.

45 Por supuesto, este fenómeno impone limitaciones a las secciones máximas del propio circuito, que dependerán igualmente del tipo de corrugación. Los aspectos de coste imponen igualmente limitaciones en las secciones utilizables máximas.

50 Por el contrario, por razones relacionadas con el intercambio térmico y la resistencia de flujo, es importante que el máximo diámetro de las secciones del circuito de refrigeración sea mayor que los valores mínimos mencionados anteriormente.

Por lo tanto queda claro que los intervalos dimensionales y geométricos mostrados anteriormente no son simples elecciones de diseño, sino que son el resultado de un compromiso que permite garantizar y mantener todos los requerimientos del circuito de refrigeración.

55 Cualquier variación fuera de los intervalos mencionados anteriormente implica que no se respetan uno o más requerimientos de funcionamiento y la imposibilidad de que se utilice el circuito de refrigeración en la práctica comercial.

El diámetro del tubo, su longitud y la forma de la corrugación del perfil están involucrados igualmente en la generación de ruido dentro del tubo por el efecto de turbulencia y de las frecuencias de los vórtices generados dentro del propio tubo.

5 La figura 26 muestra una configuración de tubería 9 en la que salientes 12 y cavidades 13 alternados definen una forma ondulada.

10 Sin embargo, con relación a la configuración en las figuras 3 y 4, cada una de las cavidades 13 vistas en sección tiene al menos una parte recta 45, concretamente con una extensión paralela o esencialmente paralela al eje L de la tubería.

15 Dicho de otro modo, la parte superior de la cavidad 13 está aplanada de modo que permite el paso del fluido de dentro de la tubería 9 minimizando el fenómeno de cavitación y minimizando por consiguiente la generación de ruido.

La corrugación y la selección del diámetro deben tener en consideración por lo tanto también este aspecto y todos los aspectos relacionados con la forma de la tubería.

20 La tubería 9, en un posible modo de realización, tiene un paso "p", esto es, la distancia entre dos salientes 12 consecutivos, preferiblemente igual a 2 mm. Además, la tubería puede tener una razón de forma, esto es, el cociente entre la superficie lateral externa de una parte de la tubería 9 y una longitud longitudinal correspondiente de la propia parte, comprendida entre 20 mm<sup>2</sup>/mm y 60 mm<sup>2</sup>/mm. Ventajosamente, la forma corrugada de la tubería 9 provoca un aumento en la superficie externa de la propia tubería 9 con relación a una tubería cilíndrica que tiene la misma longitud, y de este modo se facilita el intercambio térmico entre el fluido refrigerante que circula dentro de la tubería 9 y el aire exterior a la misma.

25 Ventajosamente, además, el perfil corrugado de la tubería 9 de material plástico hace que la misma sea más flexible en comparación con una tubería cilíndrica similar, lo que permite radios y ángulos de curvado que de otro modo provocarían el aplastamiento de la misma (con una reducción de una sección de paso del fluido refrigerante) y así, adaptable para configurarse de acuerdo a una pluralidad de distintas configuraciones simplemente curvando la tubería 9 sin intervención mediante la deformación plástica e irreversible de la propia tubería 9. Según un modo de realización no mostrado, la tubería 9 puede exhibir solo algunas partes corrugadas, en particular solo las partes destinadas a definir partes curvadas en la trayectoria de la propia tubería 9, o aquellas en las que se deba maximizar el intercambio térmico. Las partes restantes de la tubería 9, destinadas en ese caso a definir partes rectilíneas, pueden ser lisas o en cualquier caso libres de configuración superficial. En el caso de partes lisas, el diámetro interno de la tubería estará comprendido entre 4 y 11 mm, y preferiblemente entre 6-8 mm.

30 La tubería 9 se puede producir ventajosamente mediante un proceso de extrusión, con el cual se obtiene una extrusión cilíndrica hueca que se puede modificar adicionalmente mediante procesos de acabado en línea, para obtener un perfil deseado de la tubería 9. En concreto, el proceso de extrusión puede estar seguido de una etapa de conformado que imparte la forma corrugada ilustrada en la figura 3 a todo el cuerpo cilíndrico hueco o solo una parte del mismo. Esto se puede obtener acoplado una matriz formada complementariamente al perfil corrugado que se va a obtener externamente del cuerpo cilíndrico hueco, y generando tal presión dentro del propio cuerpo para deformarlo plásticamente, forzándolo a adoptar una forma complementaria a la de la matriz. Preferiblemente, esta etapa se lleva a cabo cuando el cuerpo cilíndrico hueco está todavía a una elevada temperatura, que corresponde a un estado adecuado para un proceso de deformación plástica. Como alternativa, en lugar de una presión interna es posible generar una depresión entre el cuerpo cilíndrico hueco y la matriz, de modo que se fuerce a una aproximación recíproca de los mismos y una deformación del cuerpo hueco que adopta la forma de la matriz. La operación de conformado descrita anteriormente conduce a que la tubería 9 adopte un perfil corrugado tanto interna como externamente, según la vista de la figura 3, y esto imparte las propiedades de flexibilidad mencionadas anteriormente y las propiedades de turbulencia del fluido refrigerante que circula en la misma.

35 Además de tener forma circular como en la figura 3, la geometría de la sección del tubo corrugado puede tener igualmente otras formas que contribuyen a mejorar el intercambio térmico. Por ejemplo, en armarios congeladores, el evaporador 7 se enrolla alrededor de una estantería metálica. El tubo utilizado en la actualidad, igualmente metálico (principalmente aluminio), tiene generalmente una forma circular y por lo tanto tiene una superficie de contacto muy pequeña con la estantería metálica que se puede indicar en una única línea sobre toda la longitud del tubo. Utilizando un tubo corrugado, que actúa adecuadamente sobre la sección de extrusión y sobre la forma del corrugador, es posible obtener la sección D de la figura 3a que, a la vez que mantiene su flexibilidad necesaria para enrollar el tubo alrededor de la estantería, permite aumentar la superficie de intercambio así como mejorar considerablemente el rendimiento del congelador y disminuir los costes. Según el modo de realización ilustrado en la figura 4, la tubería 9 se obtiene mediante un proceso de extrusión multicapa (coextrusión) adecuado para mejorar las propiedades mecánicas y de impermeabilidad de la tubería 9. De hecho, con un proceso de extrusión multicapa es posible obtener una tubería 9 que tiene dos o más capas, seleccionada cada una adecuadamente basándose en funciones específicas que deben llevar a cabo tales como, en referencia a lo que ya se dijo antes, impermeabilidad



al fluido refrigerante, impermeabilidad a la humedad y a gases no condensables, flexibilidad, conductividad térmica, así como resistencia a la presión ejercida por el fluido refrigerante.

5 Según un primer requerimiento de la misma, la tubería 9 comprende una primera capa "S1", típicamente la más externa, fabricada de un material dotado con características adaptadas para impartir a la tubería 9 la resistencia necesaria a tensiones mecánicas y térmicas e impermeable a los fluidos refrigerantes utilizados habitualmente en aparatos de refrigeración para propósitos domésticos (hidrocarburos), y en concreto R600a. Preferiblemente, tal material es una poliamida 6; 6-6; 6-12; 11; 12 o uno de los copolímeros respectivos, preferiblemente poliamida 6-6.

10 Según unos segundos requerimientos, la tubería 9 comprende una segunda capa "S2", habitualmente la más interna, fabricada de material impermeable al agua y resistente a la hidrólisis (esto es, igualmente  $N_2$  y  $O_2$ ) y caracterizado por una buena compatibilidad con el material de la capa S1. Preferiblemente, tal material es un copolímero, por ejemplo del tipo Bynel® de la empresa DuPont, como Bynel® 4206, anhídrido maleico modificado con polietileno de baja densidad o Bynel® 50E662, anhídrido maleico modificado con polipropileno. La segunda  
15 capa "S2" se combina, esto es, se solapa con la primera capa "S1" para constituir una protección del fluido refrigerante frente a cualquier introducción de humedad o agua procedente del exterior, mejorando a la vez la inercia química del tubo frente a los fluidos refrigerantes anteriores.

20 En general, el espesor global S del tubo estará comprendido entre un valor mínimo y uno máximo de 0,4-1,5 mm y de un intervalo preferido entre 0,6 y 1,2 mm. El espesor S1 de la barrera material a la humedad y el agua está comprendido entre un 20% y 40% del espesor total y es alrededor de un 30%.

25 Por el contrario, el espesor S2 de la barrera material al fluido refrigerante y el aire es alrededor del 70% del espesor total (comprendido en general entre un 60% y 80%). El espesor de la primera capa S1 está comprendido entre 0,2 mm y 0,4 mm, mientras que el espesor de la segunda capa S2 está comprendido preferiblemente entre 0,4 mm y 1 mm.

30 Para reducir alternativamente la fracción molar de agua en el circuito, puede ser necesario buscar condiciones de equilibrio del circuito de refrigeración que prevean el uso de diferentes materiales para equilibrar la permeabilidad del agua entre el condensador 10 y el evaporador 7.

35 Dado que el condensador 10 funciona a una mayor presión (2,5-7 bar) que el evaporador (normalmente 0,5-2,5 bar, la presión de 2,5 bar común al evaporador y el condensador tiene lugar en circuito estacionario), puede ser útil que este último consista tan solo del material PA6-6 o PA12 sin la capa impermeable.

Durante el funcionamiento del compresor, el condensador permite que el agua que entra a través del evaporador salga de nuevo, manteniendo así una situación equilibrada. Esto permite mantener la fracción molar de agua dentro del circuito por debajo de ciertos valores críticos que la normativa actual establece en 100 p.p.m.

40 En un posible modo de realización de la tubería 9, mostrado en las figuras 22 y 23, adecuado para aplicaciones tanto como evaporador y como condensador, se prevé conseguir tubos corrugados flexibles con un recubrimiento metálico para permitir la protección de un tubo de plástico flexible, gracias a la adición de las propiedades de barrera óptimas ofrecidas por el recubrimiento metálico.

45 Observando la figura 23 en concreto, que muestra una sección de la tubería a la que se refiere la figura 22, la presencia de al menos una capa interna 100 de material plástico es lo primero que se aprecia, y en detalle el material termoplástico tal como poliamida, por ejemplo PA 6-6.

50 La capa interna 100 de material termoplástico realiza una función estructural, es decir, aquella de sostener y mantener la forma de la tubería (nótese que la flexibilidad queda garantizada debido a la presencia de las ondulaciones corrugadas, esto es, de los salientes 12 y cavidades 13 alternados mencionados anteriormente).

55 Observando todavía la figura 23, es posible observar igualmente la presencia de una capa limitante 103, en concreto una capa de material adhesivo interpuesta entre la capa plástica 100 y una capa subsiguiente de material metálico 101 superpuesta sobre la misma en la parte superior.

La capa 103 de material adhesivo actúa como un ligante para la capa metálica, permitiendo el acoplamiento estable de esta última a la capa 100 de material termoplástico estructural.

60 La capa metálica 101 es generalmente flexible, esto es, no realiza función como soporte estructural de la tubería 9 y, por ejemplo, puede consistir en una capa delgada que comprende o está constituida por una película monocapa o multicapa de material metálico tal como aluminio, por ejemplo, de un espesor del orden de algunas micras.

Por ejemplo, se puede utilizar igualmente una capa 101 que consiste en dos sustratos/películas metálicas, dentro de la cual se encuentra un sustrato de un material capaz de mantener su forma tras una deformación (por ejemplo, un material de base celulósica tal como papel).

- 5 De este modo, es posible deformar mecánicamente la capa 101 para hacer que esta se adapte a la corrugación del tubo y permanezca adherida al mismo hasta la deposición de una capa de recubrimiento 102 externa.

10 El modo de realización que se puede adoptar en una primera solución no limitativa implica una película multicapa de aluminio-papel-aluminio o una película monocapa de aluminio conformada adecuadamente y mantenida sobre la superficie del tubo por la capa de recubrimiento 102.

Se puede prever igualmente que la superficie inferior de la capa metálica 101 se acople con un material de laca adhesiva (o un material adhesivo similar) que define realmente dicha capa 103.

- 15 Este tipo de configuración en capas del tubo permite eliminar distintos problemas de un modo sencillo y eficiente, en particular en evaporadores, el primero de los cuales es el problema relativo a la excesiva permeabilidad hacia el vapor de agua, exactamente en virtud de las propiedades de la capa metálica.

20 En referencia aún a la figura 23, se encuentra presente igualmente al menos una capa de recubrimiento 102, que es preferiblemente también de material plástico, para proteger y/o fijar la capa metálica 101. La capa de recubrimiento 102 recubre completamente la capa metálica 101 y tiene la función de fijar adicionalmente dicha capa metálica 101 e igualmente una función de recubrimiento, permitiendo garantizar una elevada protección frente a ataques químicos del metal subyacente o, igualmente, aislamiento eléctrico entre la capa de aluminio 101 y el entorno externo.

- 25 A modo de solución alternativa adicional, la capa de recubrimiento externa puede estar ya acoplada a una capa 101 y es posible que sea termorretráctil, de modo que, por efecto del calor, tenga lugar la retracción de la misma forzando así a la capa metálica 101 a adherirse a la superficie externa del tubo corrugado.

30 Se debe apreciar igualmente, como se muestra en las figuras 22 y 24, que la tubería 9 (o una parte de la misma) tiene una forma corrugada con una trayectoria helicoidal de la corrugación a lo largo del eje L de extensión de la tubería.

35 En la figura 26 se muestra una configuración plana de las cavidades 23 de la corrugación, adaptada para minimizar el fenómeno de cavitación y turbulencia que, en ausencia de una forma plana, produciría un ruido difícilmente aceptable por los usuarios.

Se debe indicar asimismo que esta configuración de las cavidades puede ser adoptada tanto en una tubería con una corrugación helicoidal como en una tubería con una corrugación del tipo mostrado en la figura 3 o 4.

- 40 El proceso de producción de la tubería según las figuras 22 y 23 es el siguiente:

– se lleva a cabo la extrusión y generalmente (aunque no necesariamente) la corrugación simultánea del tubo de material termoplástico, de modo que se obtiene dicha corrugación helicoidal.

- 45 Una capa de material adhesivo 103 se puede o bien coextruir con la primera capa termoplástica 100 o aplicar a la superficie interna de la película de aluminio. A continuación, se dispone una película monocapa o multicapa que contiene o está constituida por una o más capas de material metálico (posiblemente convertido en adhesivo sobre una superficie del mismo (la externa) o sobre ambas de ellas) y a continuación se dispone un recubrimiento plástico por un proceso de sobre-extrusión, cuya función es pegar/fijar el recubrimiento metálico (este proceso mencionado en último lugar se vuelve innecesario cuando la película de aluminio se ha convertido previamente en adhesiva).

En concreto, conseguir el perfil corrugado de forma helicoidal permite automatizar la aplicación de la capa metálica.

- 55 Disponer de modo continuo el recubrimiento con capa metálica sobre el tubo corrugado permite obviamente importantes ahorros de proceso. Para facilitar el curvado de la película metálica y la adhesión de la misma a la superficie plástica 100, la película puede consistir en dos o más elementos a modo de cintas de película de aluminio que, una vez dispuestos sobre el tubo, se superpondrán entre sí de modo que se vuelvan perfectamente impermeables al gas y, al mismo tiempo, se adhieran perfectamente al tubo. Esta situación se muestra en la figura 27 en la que los dos elementos metálicos a modo de cintas se denotan en 101a (estando recubiertos los valles de la corrugación) y 101b (estando recubiertas las crestas de la corrugación) o viceversa. En este caso igualmente puede estar presente un recubrimiento externo 103 y las superficies de los elementos de aluminio a modo de cintas pueden estar tratadas con un material adhesivo de modo haga que se adhieran entre sí y al material plástico. Esta configuración permite igualmente una mayor flexibilidad del tubo. Tras un proceso similar al descrito anteriormente, la película o películas metálicas se pueden insertar en el tubo de plástico (figura 25).

En este caso, la película se puede insertar en el tubo de plástico tanto durante la extrusión, utilizando, a modo de ejemplo no limitativo, un cabezal de extrusión en forma de T y alimentando la película metálica (o los elementos a modo de cintas) en línea con la salida del tubo de plástico.

5 La película metálica se puede acoplar a otras películas metálicas o de plástico, preferiblemente antes de su uso, de tal modo que se generen superficies que tienen las características deseadas, tal como un recubrimiento de plástico sobre la superficie en contacto con el gas de refrigeración o una capa adhesiva que permita la unión de la misma al tubo de plástico.

10 La película metálica se puede utilizar igualmente como una resistencia para desescarchar el evaporador.

En este caso, se aplicará una diferencia de potencial a la misma de tal naturaleza que cree una corriente que permita la generación de calor y las superficies de la película metálica se recubrirán con una capa aislante.

15 Volviendo de nuevo al diagrama de ejemplo de la figura 1, se indica el filtro 18 anterior, que está dispuesto entre el primer intercambiador 5 y el dispositivo de laminación 6 y es adecuado para eliminar cualquier humedad presente en el circuito, por ejemplo mediante el uso de un gel capaz de absorberla.

20 La unidad de laminación 6, por el contrario, comprende un tubo capilar 19 para reducir la presión en el paso del fluido refrigerante entre el primer intercambiador 5 y el segundo intercambiador 7. Además, en su trayectoria realiza igualmente una función de recuperación de energía intercambiando calor entre el refrigerante caliente en el estado líquido que fluye en el mismo y el vapor frío presente en el tubo en la salida del evaporador 7.

25 Esta operación de intercambio térmico se lleva a cabo en el denominado "tubo de intercambio", mostrado ampliado en la figura 1. Con el fin de realizar el intercambio térmico más eficientemente, con la misma longitud del tubo y por tanto la misma resistencia de flujo que es deseable en el capilar, es posible realizar el tubo capilar con una sección distinta de la estándar ilustrada en la figura 5.

30 Por ejemplo, será posible que al menos la parte del tubo capilar 19 que realiza el intercambio de calor exhiba una superficie externa de mayor área que aquella del tubo con sección circular; en este caso, la sección del tubo capilar 19 puede exhibir uno o más lóbulos 22 para aumentar el intercambio térmico.

35 La sección "lobulada" se ilustra en la figura 6 y su propósito principal es aumentar la superficie externa del tubo que intercambia calor con el gas refrigerante exterior. De hecho, siempre como es visible en la figura 1, al menos una parte del tubo capilar 19 se sitúa dentro de una parte del tubo 21 en la salida del evaporador 7 para permitir la recuperación de energía.

40 La tubería 9 (figuras 7, 8, 9, 10) comprende entonces medios de calentamiento 23 acoplados establemente para permitir un desescarche selectivo del evaporador 7 cuando sea necesario.

En evaporadores dinámicos o sin escarcha, la función de desescarche del circuito evaporador se lleva a cabo automáticamente por la intervención de una resistencia eléctrica externa al circuito.

45 Este procedimiento de desescarche no es muy eficiente ya que se basa en la transmisión de calor de la resistencia eléctrica del hielo formado en los tubos por radiación. En el presente descubrimiento el objetivo es obtener el desescarche del hielo mediante los medios de calentamiento 23 que se acoplan de modo diferente de una manera estable a la tubería 9. Los medios de calentamiento 23 comprenden, en un primer modo de realización, al menos un conductor metálico 24, que tiene a modo de ejemplo no limitativo una estructura de hilo limitado a una capa S de la tubería 9 (véase las figuras 7, 8, 9 y 10).

50 En general, el conductor metálico 24 está limitado a la segunda capa S2 dentro de la tubería 9 ya que, en concreto, está coextruido con la misma y por lo tanto está al menos parcialmente enterrado.

55 Las figuras 7 y 8 muestran la presencia de dos cables electroconductores configurados con patrones prevalentes sustancialmente paralelos a la dirección de desarrollo de la tubería 9.

Por el contrario, las figuras 9 y 10 muestran la adopción de un conductor metálico 24 a modo de hilo arrollado de modo espiral alrededor del eje de desarrollo de la tubería 9.

60 En un modo de realización alternativo (u opcionalmente en combinación con el anterior), los medios de calentamiento 23 comprenden una capa de material conductor 25 obtenida sobre una superficie, preferiblemente externa, de la tubería 9 (véase la figura 10a).

El modo de realización de tal capa conductora 25 se puede obtener según distintas tecnologías, tales como la metalización de la superficie del tubo realizada por metalización en alto vacío, por deposición de nanoelementos conductores sobre la superficie del tubo, etc.

5 Como alternativa será posible coextruir una capa delgada de material termoplástico conductor que tiene la misma función.

10 Alternativamente, será posible utilizar como el elemento conductor 25 la película metálica 101 ya descrita anteriormente, en cuyo caso se debe prestar atención a que la diferencia de potencial aplicada genere suficiente calor para desescarchar el evaporador dentro del periodo establecido, sin superar no obstante las temperaturas de ablandamiento de los materiales que forman el tubo de plástico.

15 El recubrimiento del tubo con nanoelementos puede constituir tanto una barrera adicional a la entrada de agua en el circuito de refrigeración y, debido a la peculiaridad de la superficie del mismo, un factor de aumento del intercambio térmico con el aire.

En general, se proporcionará al menos un recubrimiento superficial aislante 26 para proteger los medios de calentamiento 23 del entorno exterior a la tubería 9 (figura 10a).

20 En concreto, tal recubrimiento superficial 26 se puede obtener por deposición de una película de polímero aislante o por otros tratamientos de recubrimiento superficial.

25 El calor necesario para desescarchar el hielo se transfiere así por los medios de calentamiento 23 por conducción directa desde la resistencia enterrada en el tubo al hielo, aumentando así considerablemente la eficiencia del sistema de desescarche y reduciendo consumo de energía. Se debe apreciar que los tipos de resistencia mencionados anteriormente son flexibles y por tanto no disminuyen la posibilidad de curvado típica de los tubos corrugados.

30 Ventajosamente, según un modo de realización ilustrado en las figuras 17, 18 y 19, la tubería 9 se puede obtener tanto por extrusión directa y corrugación con elementos de distintos tamaños, y mediante el montaje de dos o más partes de tubo, preferiblemente corrugadas (figura 18) aunque no necesariamente así (figura 19), que tienen elementos de modularidad dimensional. Dicho de otro modo, la tubería 9 se puede obtener a partir del acoplamiento recíproco de dos, y preferiblemente de una pluralidad de, partes de tubo corrugado que tienen preferiblemente las mismas dimensiones tanto en sección como en longitud. Esto permite obtener tuberías 9 que tienen distintas longitudes partiendo en cualquier caso de partes que tienen la misma longitud estándar, y por tanto adecuadas para facilitar los procesos de almacenamiento respectivos. En este caso, de hecho, solo es necesario tener un abanico reducido de partes almacenadas, u opcionalmente solo un tipo de tubos, que a continuación se montan en un número suficiente para fabricar una tubería 9 que tiene una longitud deseada.

40 Como se mencionó anteriormente, se puede obtener un sistema menos costoso que evita uniones por extrusión y corrugación continua de las diferentes partes del circuito de refrigeración utilizando elementos del corrugador fabricados según distintas geometrías.

45 Algunas posibles soluciones de montaje de los diversos componentes del circuito de refrigeración se ilustran en lo que sigue.

50 Los detalles de las uniones ilustradas se pueden realizar con procedimientos alternativos, tales como soldadura por vibración, láser, etc.; el propósito de las uniones es proporcionar una conexión de tipo mecánico y/o físico y/o químico, que debe ser impermeable al gas refrigerante y a los otros gases y humedad mencionados anteriormente.

En general, el circuito exhibirá una pluralidad de terminales de acoplamiento o conectores 15 para conectar mutuamente múltiples porciones del tubo que pertenecen al circuito de refrigeración o conectar el propio tubo a los diversos componentes.

55 La figura 11 muestra un posible modo de realización de la conexión entre el tubo capilar 19 y el tubo corrugado 9 que pertenece al evaporador.

60 En concreto, el conector 15 comprende un asiento 27 adecuado para recibir un extremo 28 de la tubería 9; el sellado entre el conector 15 y la tubería 9 queda garantizado por una soldadura adecuada.

El conector 15 comprende además una cavidad pasante 29 para permitir el paso del fluido refrigerante entre los tubos conectados y el propio conector. En concreto, el tubo capilar 19 atraviesa completamente la anterior cavidad pasante, llevando directamente el fluido refrigerante a la sección de entrada del tubo corrugado 9.

65

Con el fin de garantizar la estanqueidad entre el tubo capilar 19 y el conector 15, este último comprende una parte de asiento 31 conformada adecuadamente para ser atravesada por el extremo del tubo capilar 19 para definir, en cooperación con este último, una zona de limitación 30 inamovible. La limitación se obtiene preferiblemente utilizando un pegamento adecuado.

5 Observando de nuevo la figura 12, se debe apreciar que la misma muestra un detalle del tubo del intercambiador, esto es, de la parte del tubo en la que el capilar está dentro de la tubería 9 para realizar el intercambio de calor anterior.

10 Como se puede apreciar, el acoplamiento en la parte izquierda entre el conector y la parte de tubo 21 que contiene el capilar se puede obtener por soldadura, utilizando el asiento 27 anterior que recibe el extremo 28 de la tubería 9 y la tecnología de soldadura.

15 El conector 15 comprende entonces un orificio de entrada/salida 37 para permitir el paso del tubo capilar 19 desde el interior del tubo 9 al entorno exterior y viceversa (con este fin, se debe apreciar que la zona de entrada del tubo capilar será una imagen especular o con configuraciones diferentes en comparación con lo que se muestra en la figura 12 en donde tiene lugar la salida).

20 Se debe apreciar que la conexión entre el tubo del intercambiador con el tubo de retorno del evaporador exhibe tanto una zona de unión pegada (tubo del intercambiador + tubo capilar con tubo de retorno), y una soldadura de unión por giro (tubo del intercambiador al conector).

La figura 13 muestra una versión del modo de realización de la conexión entre el tubo del intercambiador con el tubo de retorno del evaporador: de hecho, tal unión se realiza completamente por pegado.

25 En concreto, la parte de asiento 31 conformada y el extremo del tubo definen unos primeros medios de acoplamiento 32 para permitir una primera fijación en posición a los efectos de una limitación inamovible subsiguiente.

30 En concreto, los primeros medios de acoplamiento 32 de la figura 19 comprenden expansiones 33 y cavidades 34 respectivas, definidas respectivamente en uno o en el otro de las partes de asiento 31 conformadas y de los extremos del tubo para garantizar un primer acoplamiento por interferencia que mantiene la posición recíproca durante las subsiguientes etapas de unión permanente.

35 Durante el montaje, tales expansiones 33 y cavidades 34 se colocan relativamente entre sí de modo que se garantice el mantenimiento de la posición durante las etapas de limitación inamovible (por pegado, soldadura o similar).

El mismo tipo de primeros medios de acoplamiento 32 se pueden utilizar para conectar partes de tubo subsiguientes directamente entre sí, como se muestra claramente en la figura 19.

40 Finalmente, se debe apreciar que para evitar el uso de conectores en el tubo del intercambiador, es posible adoptar las soluciones mostradas en la figura 14 y en la figura 15, esto es, realizar un orificio de entrada/salida 37 en dicha tubería 9 para permitir el paso del tubo capilar desde el exterior al interior de la tubería 19 y viceversa. La estanqueidad frente a fluidos se puede garantizar por pegado o soldadura.

45 La figura 15 muestra una versión del modo de realización en el que el orificio de entrada/salida 37, en lugar de realizarse en las corrugaciones normales de la tubería, se define en una zona preconformada 38 adecuada para definir una zona de entrada/salida plana del tubo capilar que es sustancialmente paralela al eje del propio tubo.

50 De este modo es posible definir una superficie de referencia y garantizar un mejor pegado y estanqueidad entre la tubería.

De este modo, solo se requiere el sellado del capilar en la entrada y salida del tubo sin procesos adicionales necesarios.

55 Finalmente, la figura 16 muestra cómo conectar tubos metálicos que pertenecen al circuito (por ejemplo, las entradas y las salidas del compresor identificadas con la referencia 35) al tubo 9 según la invención.

60 En concreto, un extremo de la tubería 9 solapa con un extremo correspondiente de un tubo metálico 35 y hay un elemento de sobremoldeo 36 para limitar de modo inamovible dichos extremos.

En el modo de realización preferido e ilustrado, solo el evaporador 7 comprende una tubería 9 flexible fabricada de material plástico, mientras que el condensador 5 comprende un serpentín metálico 10 convencional que se suelda a la parte restante del circuito de refrigeración 3. Sin embargo, es posible fabricar un aparato 1 que exhiba tanto el

serpentín 10 del condensador 5 como la tubería 9 del evaporador 10 de material sintético, preferiblemente uno o más materiales plásticos del tipo descrito anteriormente.

5 La presente invención consigue los objetos propuestos, superando las desventajas mencionadas en el estado de la técnica anterior.

10 El uso de conectores, que en cualquier caso son elementos de discontinuidad en el circuito y que tienen un cierto coste, se puede evitar utilizando corrugadores de mayor longitud y provistos con elementos de conformación conformados para obtener distintas secciones en el mismo tubo corrugado extruido de modo continuo; las secciones anteriores con formas especiales, necesarias por ejemplo para acoplarse con el tubo de cobre (35), se pueden obtener por extrusión continua y corrugación con elementos conformados de las secciones terminales del tubo. Del mismo modo, el tubo del intercambiador 17 se puede extruir continuamente con el tubo 9 del evaporador 7, insertando en el corrugador, si se requiere, elementos conformados que permiten obtener una sección 38 para insertar el capilar 19 y la parte final 36 para sobremoldeo. De este modo es posible evitar algunas uniones de acoplamiento, haciendo que el circuito de refrigeración sea más seguro y menos costoso.

15 La presencia de una tubería flexible permite una instalación muy sencilla y elástica de la misma en el aparato electrodoméstico, ya que no se requiere una definición previa de la configuración de la tubería, sino que al contrario, esta última se curva de un modo optimizado y diversificado de acuerdo con los requerimientos de espacio y forma de la superficie de intercambio térmico que se va a recubrir.

20 La forma corrugada, al menos en partes, de la tubería permite un aumento de la superficie de intercambio térmico ya que la forma corrugada de la tubería exhibe una mayor superficie externa que una tubería lisa correspondiente o en cualquier caso perfectamente cilíndrica. Además, la forma corrugada también dentro de la propia tubería permite la generación de movimientos de torbellino en el fluido refrigerante que afectan positivamente al intercambio térmico realizado por el propio fluido.

25 El dispositivo de laminación 6 y parte del tubo del intercambiador 17 constituyen un intercambiador tubular que tiene como el tubo interno un tubo de poliamida calibrado, en el que fluye el líquido que se va a refrigerar, y un tubo externo, opcionalmente coextruido con el interno (figuras 14a, 14b) o laminado o coextruido/laminado (14c) externamente o internamente del tubo 17, en el que fluye el vapor que se va a calentar para ser comprimido a continuación por el compresor sin gotitas. El dispositivo descrito anteriormente se puede fabricar completamente de material plástico y en las formas deseadas, a diferencia de lo que ocurre en la actualidad utilizando metales lo que, por razones obvias, limita las formas y longitud de los mismos.

30 Como se ha dicho, el tubo 17 se puede obtener igualmente como una simple extensión del tubo 9 del evaporador 7, eliminando así una unión.

35 Ambos de tales dispositivos y los diversos componentes del circuito de refrigeración son así adecuados para ser fabricados por coextrusión de material plástico con uno o más hilos metálicos delgados insertados, que se pueden utilizar como resistencias para desescarchar rápidamente el evaporador o cualquier otra parte del circuito, o para sobrecalentar el vapor que se va a enviar al compresor.

40 Dicho de otro modo, y si es necesario será posible así (incluso independientemente de la corrugación de la tubería o de partes de la misma) enterrar tales elementos de resistencia (hilos de metal o material conductor) en partes predeterminadas de la tubería para desescarchar o calentar una o más partes del circuito.

45 Como alternativa (o en combinación) será posible prever que el tubo o parte del mismo se fabrique por coextrusión de una o más capas de material plástico recubiertas con una laca especial (capa externa adicional) que contiene nanoelementos conductores; tal laca será aplicable por pulverización durante la extrusión o tras ella sobre la pieza ya montada o como alternativa incluso por inmersión en un baño especial y tendrá las características de generar calor cuando sea atravesada por una corriente eléctrica, de modo que lleve a cabo la función de dispositivo de desescarche o de calentamiento para zonas concretas del circuito de refrigeración. Los condensadores 10 se pueden realizar de modo similar a lo que se ha descrito para evaporadores 9, fabricando el tubo de material plástico en formas y tamaños del modo más adecuado posible para los requerimientos funcionales de los aparatos electrodomésticos.

50 Los condensadores 10 que funcionan aguas arriba del compresor deben funcionar a mayores presiones que aquellas de los evaporadores 7.

60 Por esta razón, debe satisfacer reglas más restrictivas, en concreto deben soportar presiones tan altas como 36 bar.

65 Por esta razón el espesor de los tubos corrugados debe aumentarse en no menos de 0,7 mm (preferiblemente 0,8-1,4 mm) y por tanto es importante aumentar las superficies de intercambio térmico fabricando geometrías adecuadas.

Todos estos componentes del circuito se pueden acoplar entre sí mediante los conectores anteriores, permitiendo ahorros en el montaje (actualmente se sueldan entre sí) y seguridad de montaje.

5 Las conexiones entre los componentes del circuito de refrigeración (evaporador, capilar, tubo de intercambio, compresor, condensador y filtro) se pueden obtener por operaciones de soldadura con giro o pegado mediante el uso de conexiones rápidas con juntas (juntas tóricas u otras alternativas) como el elemento de sellado.

10 Es posible igualmente fabricar tales formas en el tubo corrugado de modo que permitan un acoplamiento a presión y creando el asiento de deposición de un adhesivo de sellado o un elemento de sellado especial tal como, por ejemplo, una junta tórica de material adecuado (figura 20) con la colocación de pegamento 40 para sellar el espacio entre los dos elementos de sellado 42 y 43. El pegamento se puede insertar a través de un orificio 41 (pueden ser necesarios dos orificios simétricos para purga).

15 Además, se debe apreciar que la forma concreta del capilar es ventajosa por sí misma, independientemente de la presencia de tubos de plástico corrugados; igualmente los conectores descritos anteriormente son utilizables en sí mismos e independientes de la presencia de tubos de plástico corrugados.

20 La invención descrita elimina así los procesos complejos y costosos de fabricar el tubo metálico y curvar el mismo para obtener el serpentín metálico tradicional del evaporador, y el abanico de productos almacenados se reduce ya que tan solo es necesario almacenar la tubería que no ha recibido el arrollado final y la configuración curvada todavía. Igualmente, la necesidad de almacenar la tubería se puede eliminar fácilmente mediante una línea de extrusión y corrugación para el tubo de plástico, cuyo coste es al menos 20 veces menor que una línea de producción de tubos metálicos y para el funcionamiento de la cual se necesita una superficie cubierta mucho menor de la que es necesaria para una línea de producción del tubo metálico.

25 La fabricación de la tubería de material plástico, y en particular por procesos de extrusión o coextrusión, reduce drásticamente los costes del material de partida necesario para fabricar los diversos componentes del circuito de refrigeración y simplifica enormemente los procesos de fabricación de la propia tubería, con la consecuente disminución drástica de los costes de fabricación del aparato electrodoméstico. Además, esto permite reducir enormemente la masa del aparato electrodoméstico, sustituyendo el serpentín metálico convencional con un serpentín de material plástico.

30 La posibilidad de obtener una tubería a partir de partes modulares de tubo facilita además el almacenamiento, ya que solo se deben suministrar unas pocas porciones de tubo, que tienen longitudes y secciones predeterminadas.

35 El acoplamiento de la tubería a la parte restante del circuito de refrigeración no requiere ya la realización de la soldadura tradicional que, además de requerir un aparato especial y realizarse principalmente de modo manual, es asimismo irreversible y por tanto no permitiría la retirada de la tubería del aparato electrodoméstico.

40 La disponibilidad de conectores rápidos, la posibilidad de tener tubos coextruidos que realicen la función de intercambiadores de calor y la posibilidad de partes alternadas de tubo recto y rígido con partes corrugadas que se curvan como se desea, permiten crear diferentes formas y secciones en el circuito de refrigeración de tal modo que se abren nuevas perspectivas de diseño, funcionalidad y rendimiento de los propios circuitos.

45 Igualmente en este caso, teniendo disponibilidad de corrugadores especiales, es posible realizar distintas secciones sin discontinuidades que requieran el uso de juntas. Por ejemplo, el tubo del condensador 5 se puede coextruir con el tubo 10b y, si se tienen elementos especiales en el corrugador, el asiento del filtro 18 se puede obtener del mismo modo sin el uso de conectores con las ventajas económicas y de seguridad descritas anteriormente (figuras 21a y 21b).

50 Hay ventajas adicionales, tales como la resistencia a la corrosión, menor porosidad superficial que hace más difícil que el hielo se adhiera las superficies, capacidad de reciclaje de los materiales utilizados para el circuito de refrigeración sin la necesidad de operaciones costosas para separar los componentes, que contribuyen a hacer que la tecnología propuesta sea todavía más competitiva y ventajosa en comparación con la actual.

55

REIVINDICACIONES

1. Un circuito de refrigeración (3) para aparatos electrodomésticos, en concreto aparatos electrodomésticos para refrigerar tales como frigoríficos, congeladores y similares, que comprende:
- 5
- al menos un primer intercambiador de calor (5) adecuado para ponerse en comunicación de fluido con un compresor (4) para permitir el enfriamiento de un fluido refrigerante sustancialmente en la fase líquida que pasa a través del mismo;
  - 10 – al menos un segundo intercambiador de calor (7) en comunicación de fluido con dicho primer intercambiador (5) y activo en un espacio (2) que se va a refrigerar, permitiendo dicho segundo intercambiador (7) que el fluido al menos parcialmente en la fase gaseosa absorba calor refrigerando de este modo dicho espacio (2), fluido refrigerante que circula del primer intercambiador (5) hacia el segundo intercambiador (5) y que puede dirigirse así a un compresor (4) para un ciclo subsiguiente; y
  - 15 – un dispositivo de estrangulación (6) dispuesto entre dicho primer (5) y segundo (7) intercambiadores de calor para generar una expansión de dicho fluido refrigerante, comprendiendo al menos uno de dichos primer (5) y segundo (7) intercambiadores de calor al menos una tubería (9) flexible, caracterizado porque al menos una parte de dicha tubería (9) exhibe un perfil corrugado de tal manera que imparte flexibilidad a la misma, y porque dicha tubería (9) vista en sección exhibe al menos una capa (100) de material plástico y al menos una capa (101) que comprende material metálico, estando asociada la capa metálica (101) con la capa de material plástico, estando adaptado dicho material metálico para constituir una barrera al paso de humedad, en el que dicha capa (100) de material plástico es una capa cuya función estructural es mantener la forma de la tubería (9), estando fabricada dicha capa (100) de un material termoplástico,
  - 20 en el que dicha capa metálica (101) es flexible, no tiene función de soporte estructural y comprende una película monocapa de metal o una película multicapa que comprende una o más películas metálicas acopladas o no a una capa de material adaptada para mantener una forma deformada.
2. Un circuito según la reivindicación precedente, caracterizado porque dicha tubería (9) comprende al menos una capa de recubrimiento (102), preferiblemente de material plástico y que consiste posiblemente en una película termorretráctil, para la protección y/o fijación de la capa metálica (101).
3. Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la tubería (9) tiene al menos un perfil corrugado con una trayectoria helicoidal de la corrugación a lo largo de la extensión longitudinal de la tubería.
4. Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el perfil corrugado de la tubería comprende en sección una alternancia de salientes (12) y cavidades (30), teniendo dichas cavidades (13) al menos una parte recta (45) con una trayectoria preferiblemente sustancialmente paralela al eje L de la tubería (9).
5. Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicha tubería (9) comprende además una capa limitante (103), preferiblemente una capa de material adhesivo, interpuesta entre la capa plástica (100) y la capa de material metálico (101) para permitir la limitación mutua de las dos capas (100, 101).
6. Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la capa (100) de material plástico está fabricada de una poliamida tal como Pa 6-6.
7. Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la capa de recubrimiento (102) recubre completamente la capa metálica (101) con la función de pegarse y proteger químicamente la capa metálica.
8. Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicha capa de material adaptada para mantener una forma deformada está fabricada de material de papel.
9. Un circuito según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la capa metálica (101) está constituida de dos o más elementos a modo de cintas 101a y 101b que solapan entre sí en la sección longitudinal de la tubería (9) en los bordes respectivos, estando tratados previamente preferiblemente la capa metálica (101) o los elementos a modo de cinta (101a y 101b) de modo que tengan una capa de material convertido en adhesivo sobre una o ambas de las superficies superior e inferior de los mismos.
10. Un proceso para producir una tubería para circuitos de refrigeración para aparatos electrodomésticos, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:



- 5
- extruir un tubo de material plástico, comprendiendo preferiblemente la etapa de extrusión de una etapa de coextrusión de una capa (100) de material termoplástico y posiblemente de una capa (103) superpuesta de material adhesivo que actúa como un ligante, en el que dicha capa (100) de material plástico es una capa cuya función estructural es mantener la forma de la tubería;
- 10
- corrugar al menos una parte de dicha tubería, siendo preferiblemente la etapa de corrugación una etapa de corrugación con una trayectoria helicoidal de la corrugación a lo largo de la extensión de la tubería, más preferiblemente teniendo lugar la extrusión y la corrugación simultáneamente;
- 15
- disponer una capa (101) que comprende un material metálico sobre la tubería corrugada, estando adaptada dicha capa (101) para constituir una barrera contra el paso de humedad, donde dicha capa metálica (101) es flexible, no tiene función de soporte estructural y comprende una película monocapa de metal o una película multicapa que comprende una o más películas metálicas acopladas o no a una capa de material adaptada para mantener una forma deformada.
- 20
11. Un proceso según la reivindicación precedente, caracterizado porque comprende además la etapa de sobre-extruir una capa de recubrimiento (102), preferiblemente de material plástico, para protección/fijación de la capa (101) que comprende al menos una película de material metálico.
- 25
12. Un proceso según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque la capa (101) que comprende el material metálico se inserta durante la extrusión en el tubo de plástico (100) que se va a corrugar y se provoca su adhesión a la pared interna mediante un fluido o un sistema mecánico situado dentro del corrugador o inmediatamente tras este último, de modo que siga la forma corrugada del propio tubo, comprendiendo la capa (101) el material metálico que tiene preferiblemente una capa adhesiva (103) sobre la superficie que se va a acoplar al tubo.
- 30
13. Un proceso según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque la capa (101) de material metálico está recubierta, en su superficie interna en contacto con el fluido, con un recubrimiento plástico (102) obtenido previamente.
- 35
14. Un proceso según las reivindicaciones precedentes de la 10 a la 13, caracterizado porque se alimenta una corriente eléctrica que tiene una intensidad y diferencia de potencial adecuadas a la película metálica, de modo que dicha película se calienta a temperaturas que no superan las temperaturas de fusión de los materiales plásticos que forman el tubo, pero es suficiente para fundir el hielo formado sobre el tubo dentro del periodo de tiempo requerido.
- 40
- 45
15. Un proceso según las reivindicaciones precedentes de la 10 a la 14, caracterizado porque la etapa de corrugación implica la subetapa de nivelar las cavidades (13) de modo que definan superficies internas en el interior del tubo, que tienen una trayectoria plana con el fin de evitar el ruido producido por el gas que fluye dentro del tubo.

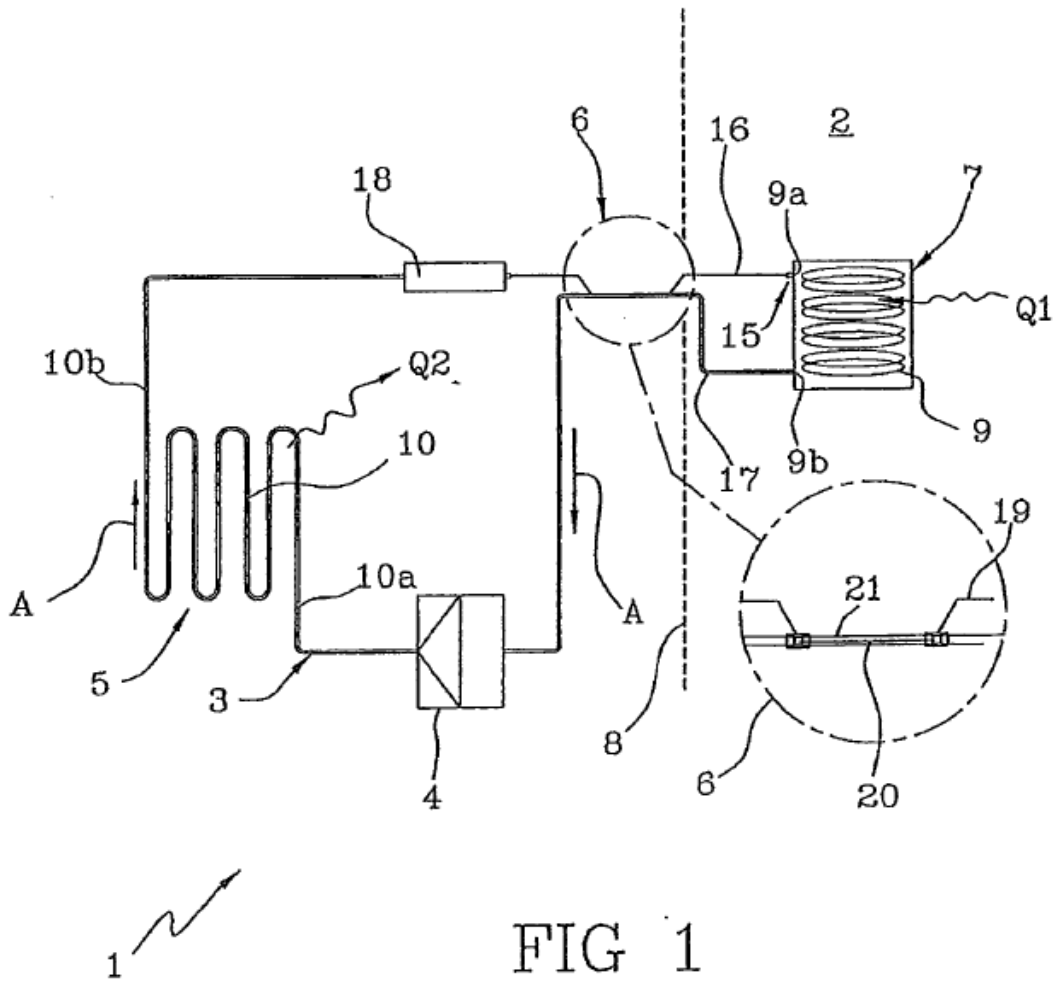


FIG 1

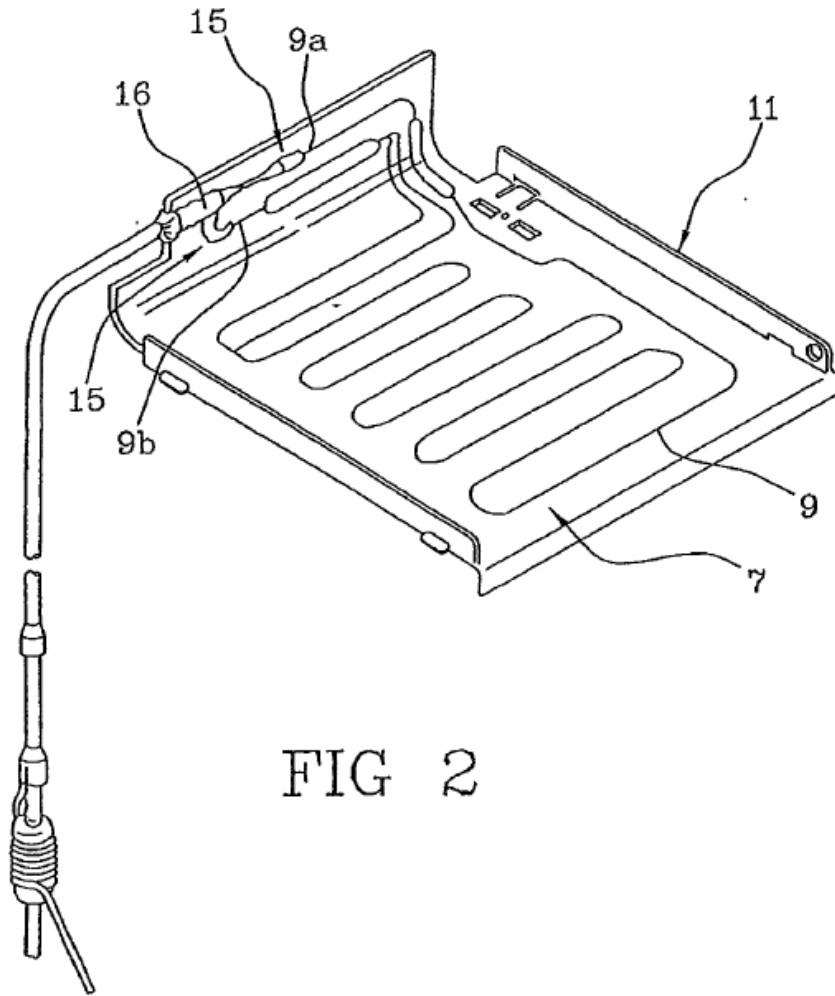


FIG 2

FIG 3

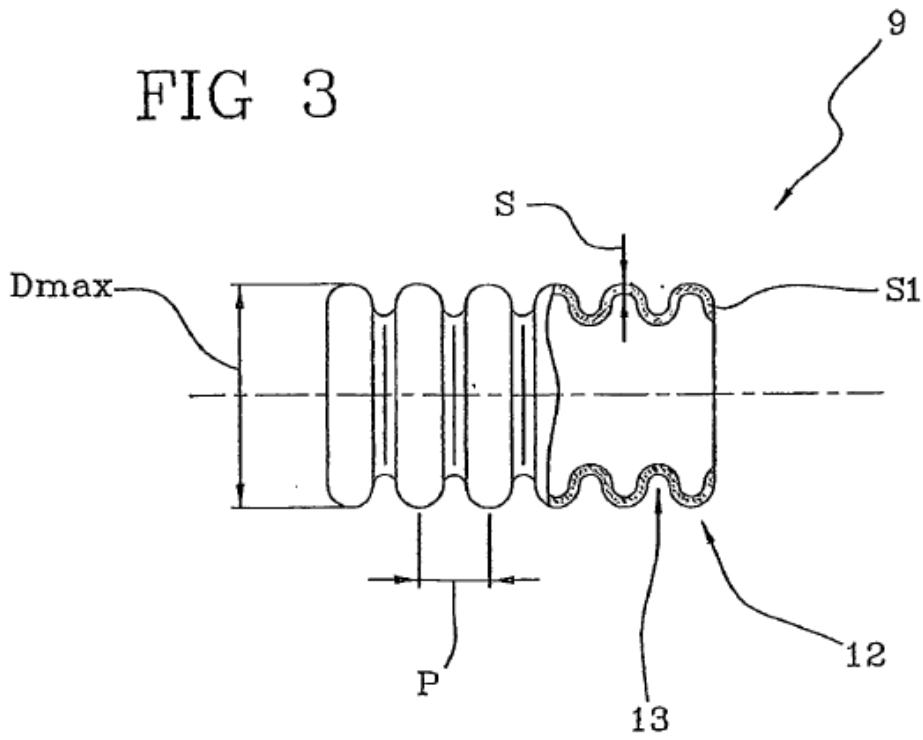


FIG 3a

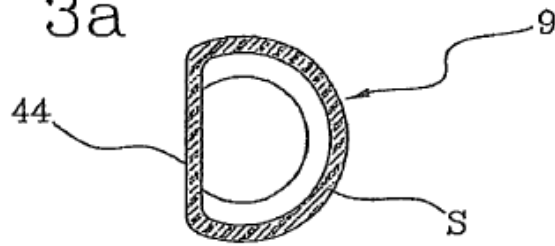


FIG 4

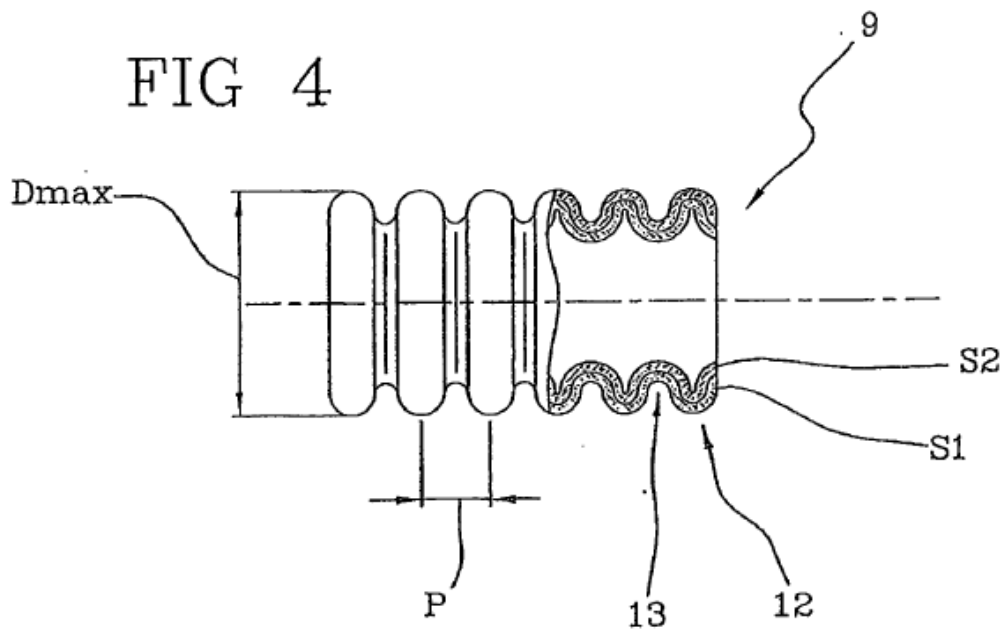


FIG 19

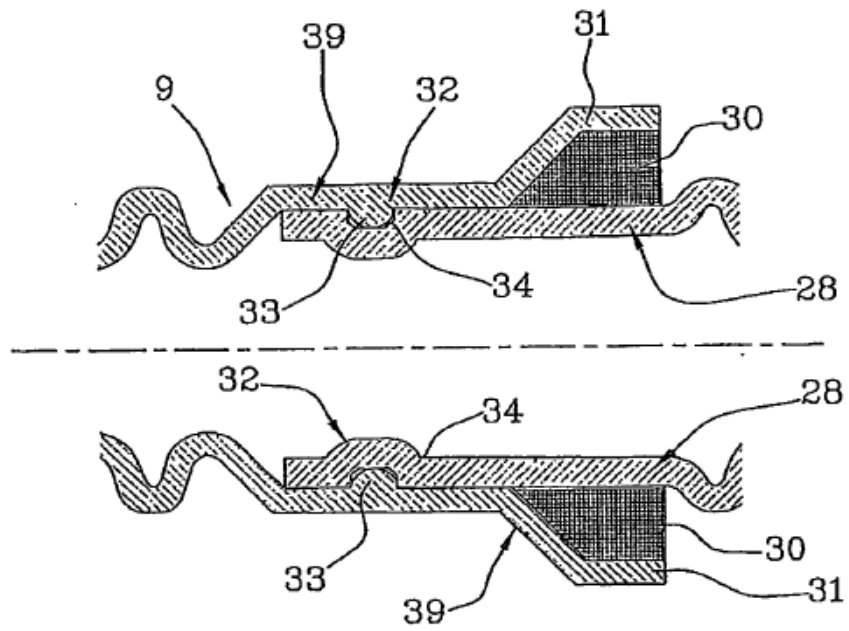


FIG 5

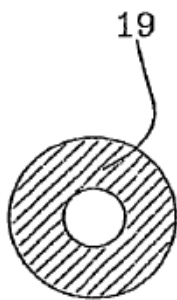


FIG 6

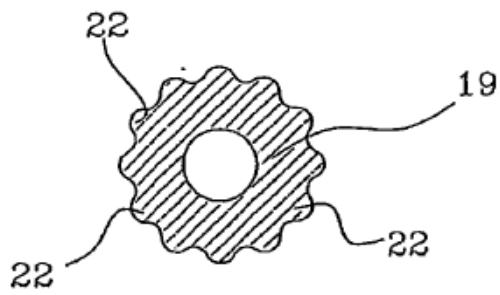


FIG 7

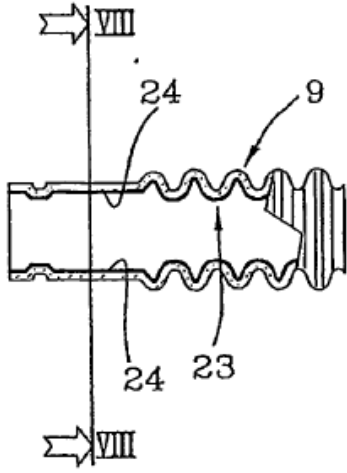


FIG 8

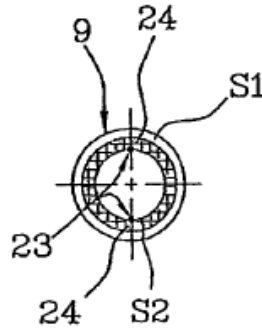


FIG 10a

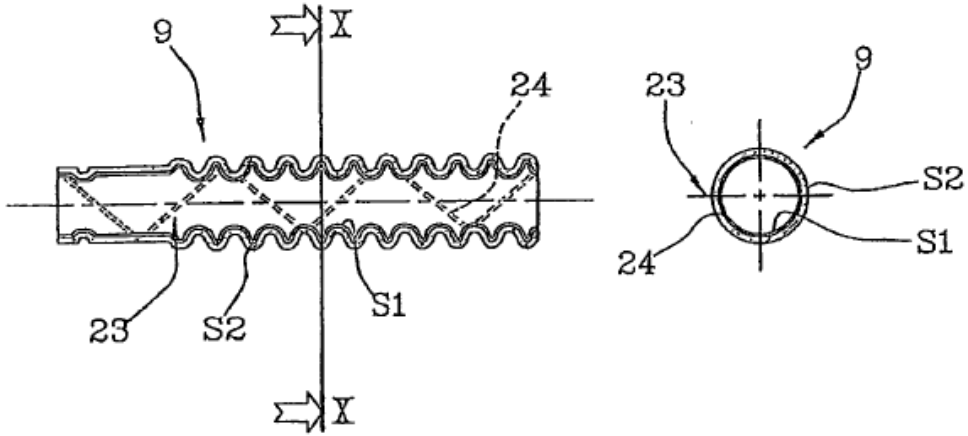
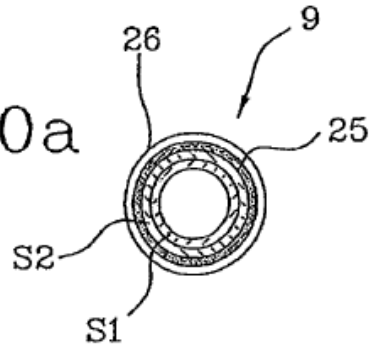


FIG 9

FIG 10

FIG 11

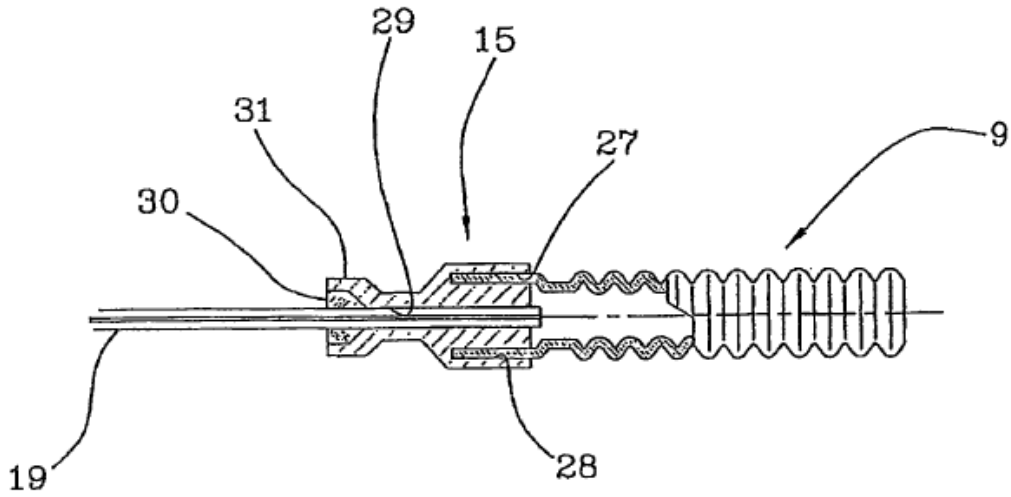
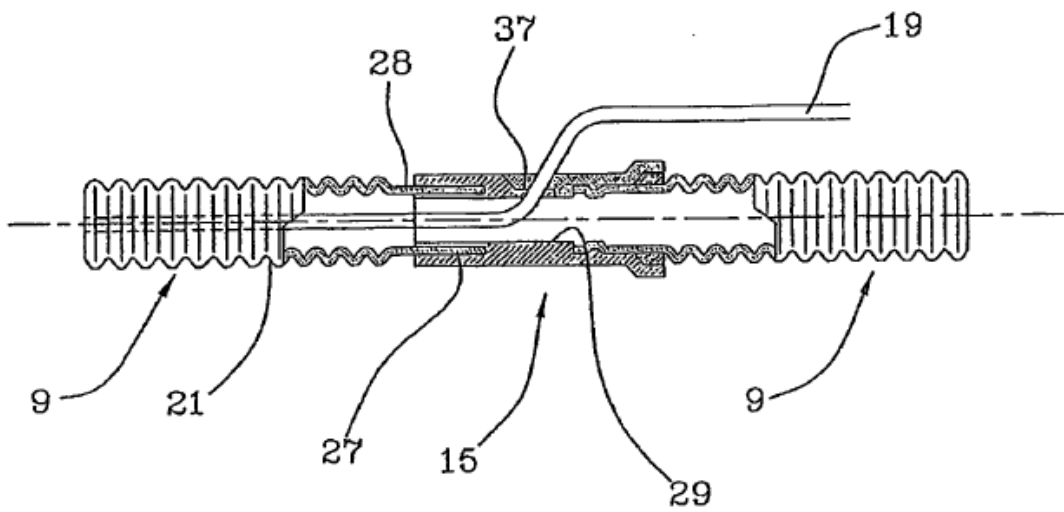


FIG. 12



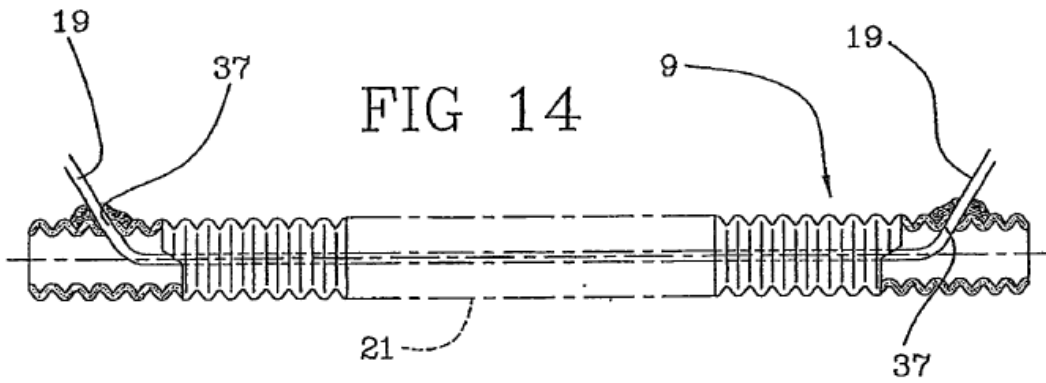
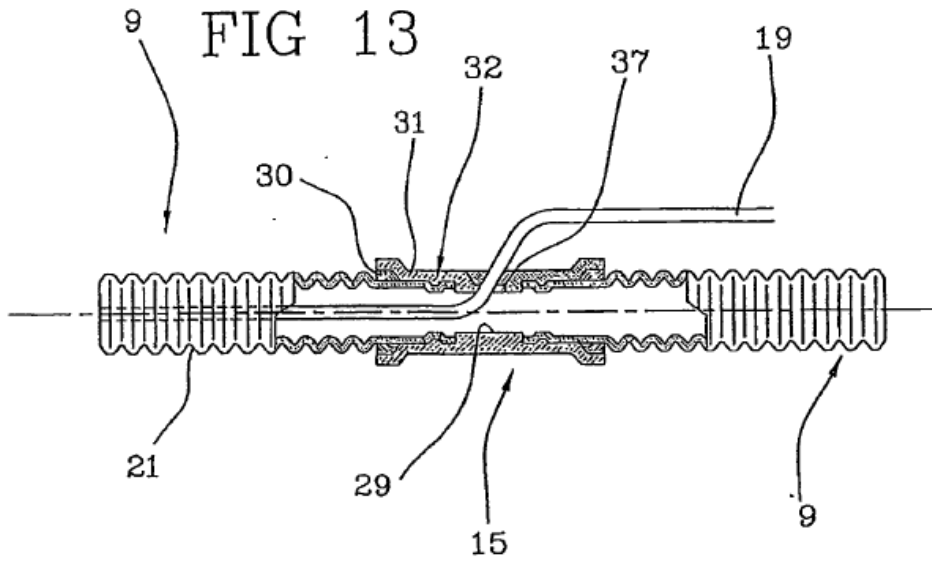


FIG 14a

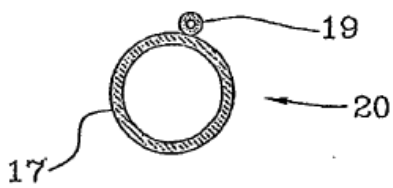


FIG 14b

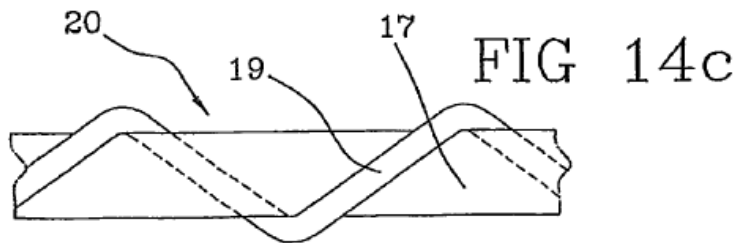
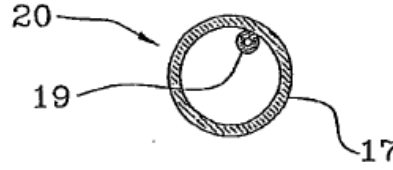




FIG 15

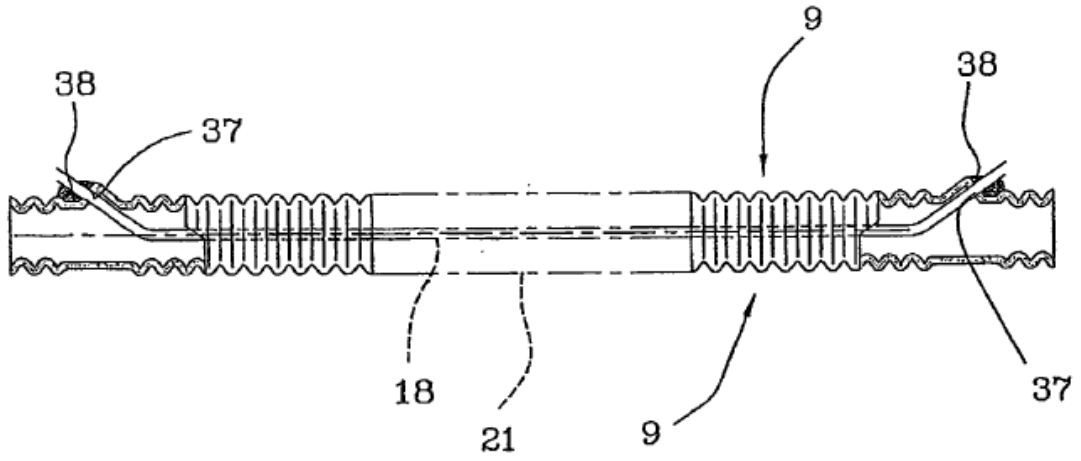


FIG 16

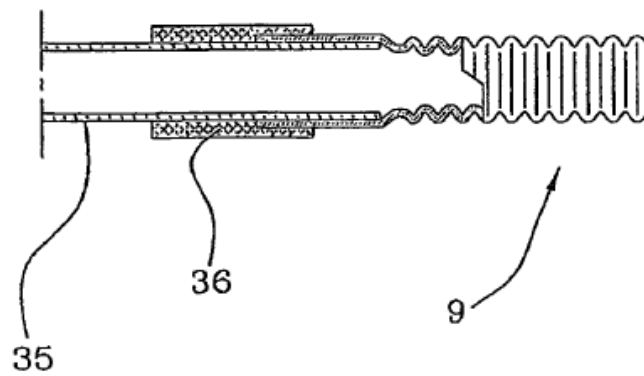


FIG 17

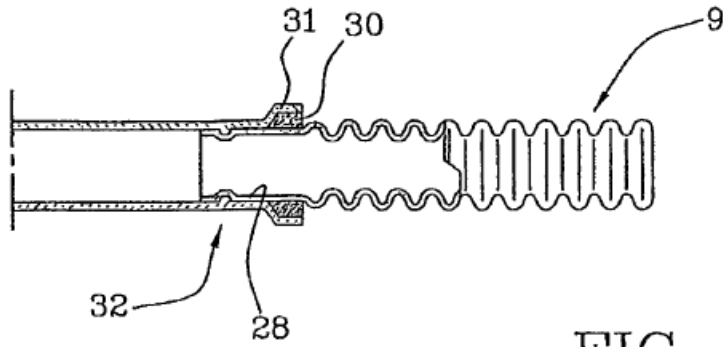


FIG 18

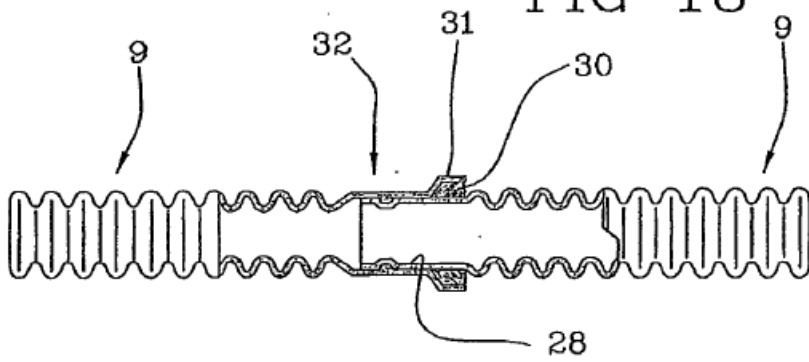


FIG 20

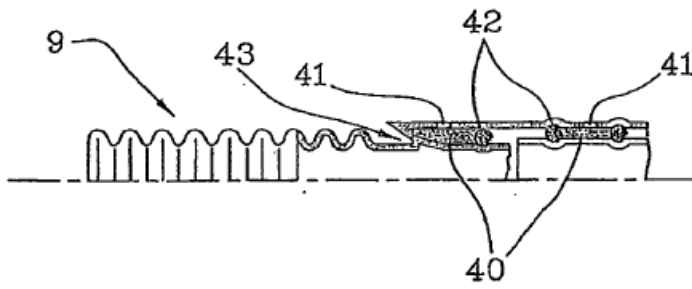


FIG 21a

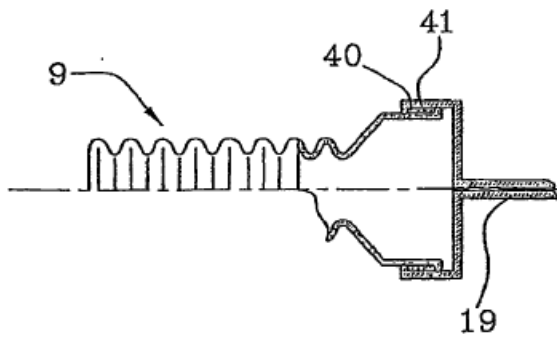


FIG 21b

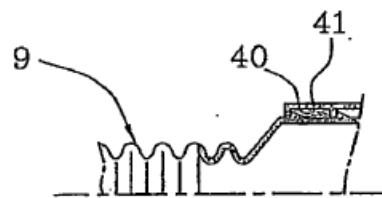


FIG 24

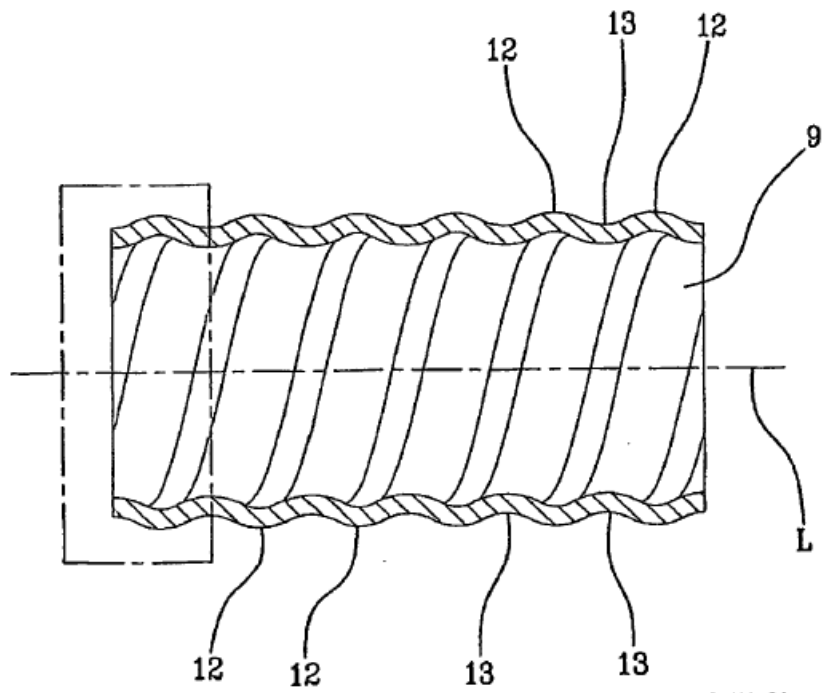
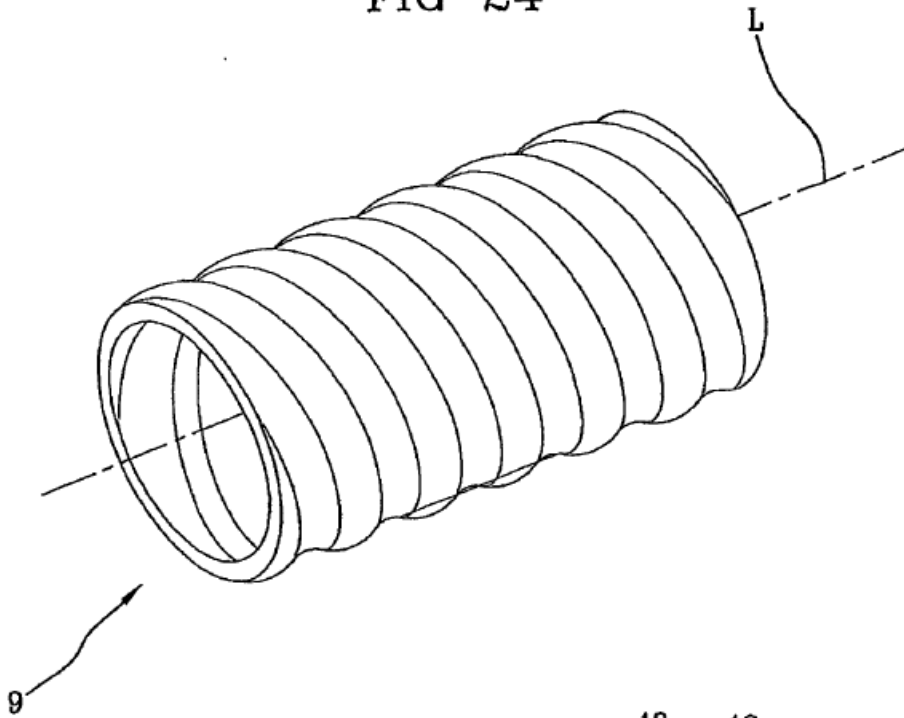


FIG 22

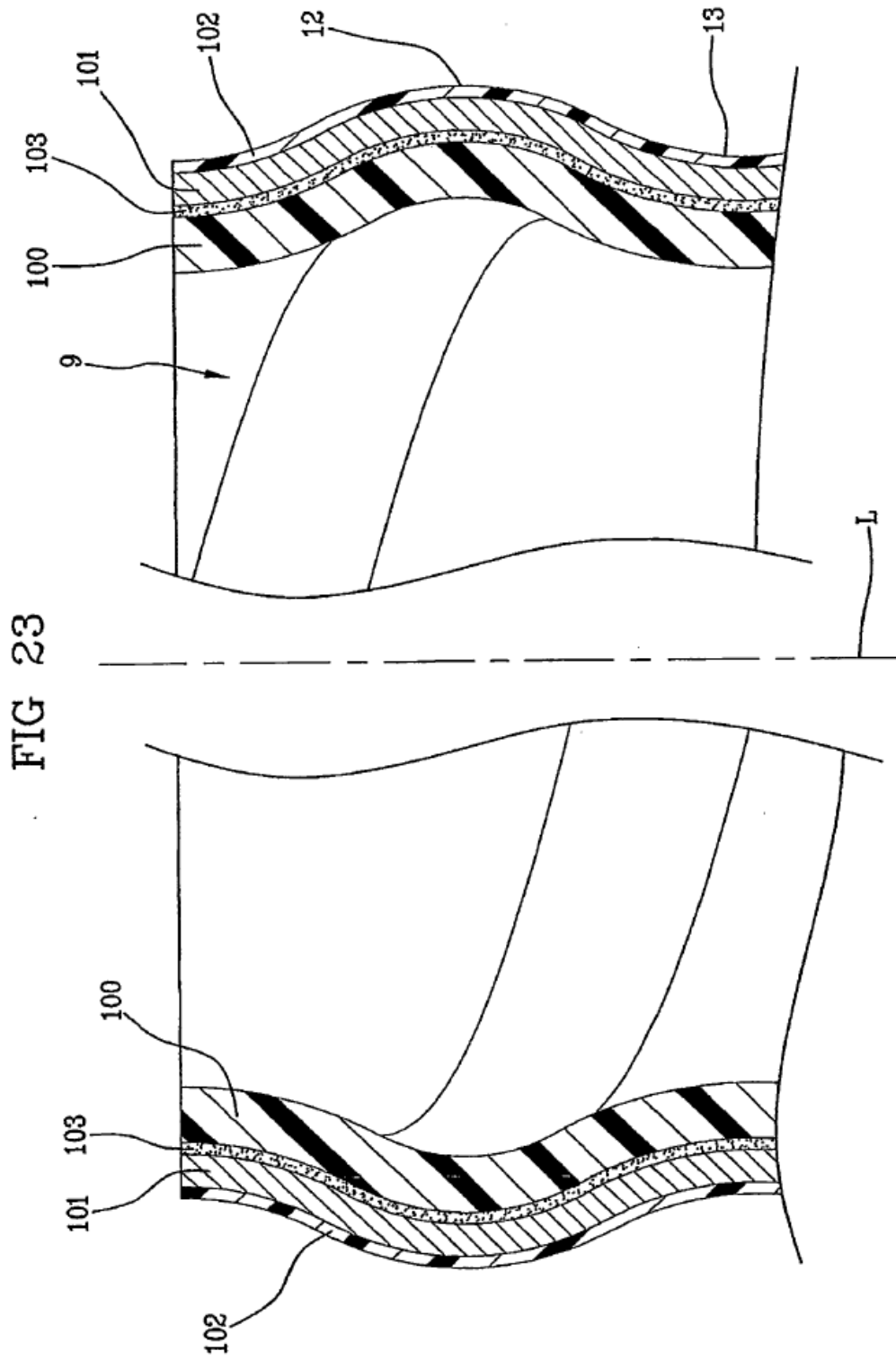


FIG 25

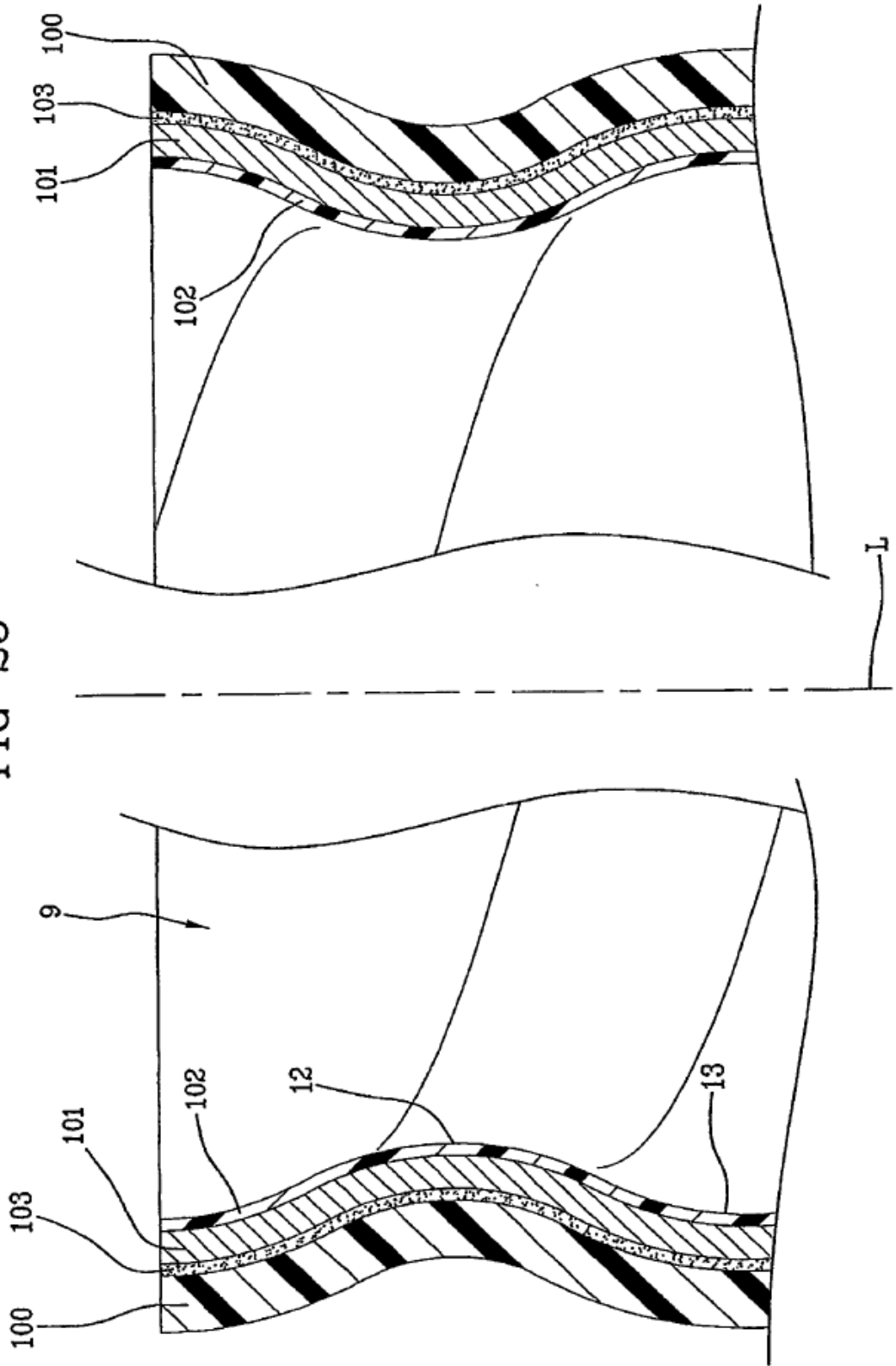
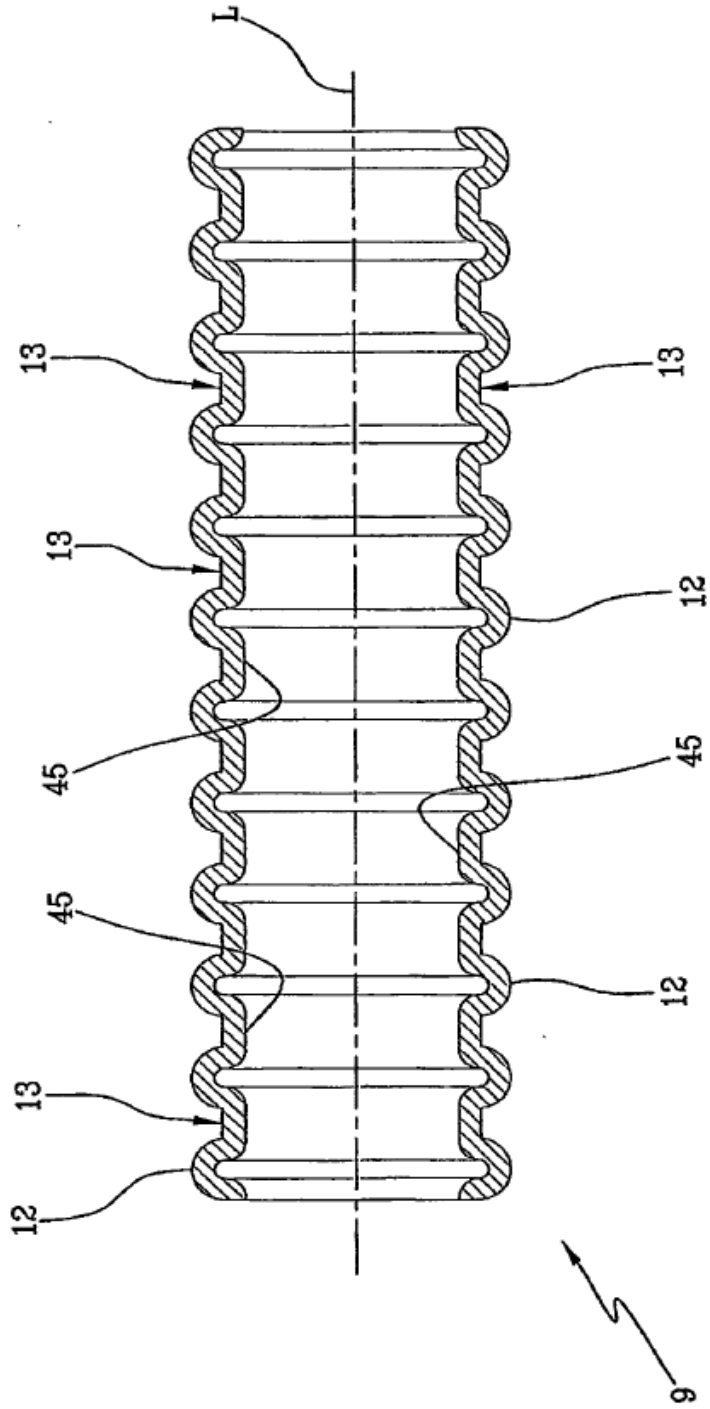


FIG 26



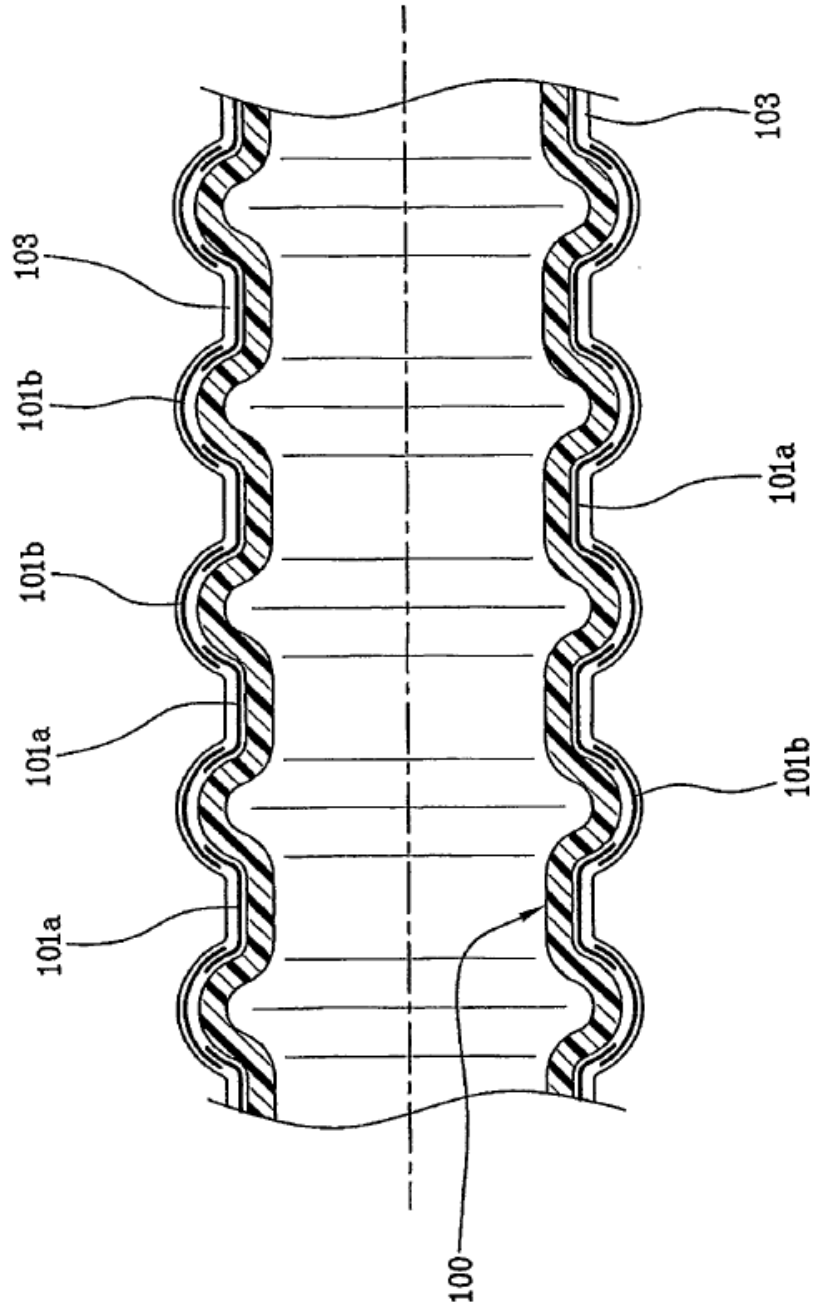


FIG 27