

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 960 087**

51 Int. Cl.:

G01V 1/20 (2006.01)
D07B 1/14 (2006.01)
H01B 7/04 (2006.01)
A01K 73/02 (2006.01)
A01K 75/00 (2006.01)
D07B 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.05.2009** **PCT/US2009/003183**
87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2009** **WO09142766**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2009** **E 09750997 (0)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2023** **EP 2313214**

54 Título: **Cable de sonar de cabecera mejorado**

30 Prioridad:

22.05.2008 US 128907 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.02.2024

73 Titular/es:

HAMPIDJAN, HF (50.0%)
Skarfagardar 4
104 Reykjavik, IS y
HAMPIDJAN USA, INC. (50.0%)

72 Inventor/es:

ERLENDSSON, HJORTUR

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 960 087 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

Cable de sonar de cabecera mejorado

5 Campo técnico

[0001] La presente descripción se refiere, en general, al campo técnico de cables y, más particularmente, a un cable que está hecho de un material polimérico sintético, que tiene simetría transversal, que exhibe alta rigidez y resistencia a la rotura, y que incluye conductores de señal de datos y/o energía en el mismo.

10

Antecedentes de la técnica

[0002] Una red de arrastre remolcada generalmente incluye un sensor de sonar de cabecera para monitorear la altura de la cabecera de la red de arrastre, la apertura de la red de arrastre y los bancos de peces frente a la red de arrastre. Un cable de transmisión de datos, es decir, un cable de sonar de cabecera que a veces se denomina tercer alambre, incluye un conductor para transferir señales de datos desde el sensor de sonar de cabecera a la embarcación de remolque. Actualmente, los miembros de resistencia de los cables de sonar de cabecera convencionales están hechos de acero y encierran un conductor de cobre central que está rodeado por alambres de cobre trenzados, equilibrados en torsión y multicolor. Los alambres de cobre trenzados que rodean el conductor central protegen la señal de datos transportada en el conductor de cobre central de la interferencia electromagnética que degrada la calidad de las señales de datos transmitidas. Los cables de sonar de cabecera pueden tener hasta 4000 metros de largo y, además de su función principal de transferir señales de datos, el cable también se utiliza a veces para aumentar la apertura de la red de arrastre elevando la cabecera. Esta es la razón por la que un cable de sonar de cabecera a veces se denomina tercer alambre.

25

[0003] Cuando se utiliza con una red de arrastre, un cable de sonar de cabecera debe absorber la tensión que resulta de la sobrecarga del arrastrero por las olas del mar. La sobrecarga hace que la popa del arrastrero donde se encuentra el tercer cabrestante de alambre imparta golpes de sobrecarga al cable de sonar de cabecera que se despliega desde allí. La sobrecarga aumenta significativamente la fuerza de compresión aplicada al cable de sonar de cabecera en el cabrestante, lo que aumenta correspondientemente la probabilidad de que el conductor de la señal de datos del cable del sonar de cabecera se dañe.

30

[0004] Una desventaja de un cable de sonar de cabecera de acero convencional es su peso. El peso de un cable de sonar de cabecera de acero afecta negativamente el funcionamiento de la red de arrastre y el rendimiento del aparejo de pesca. Un largo cable de sonar de cabecera de acero que se extiende entre un arrastrero y una red de arrastre descenderá, entre el arrastrero y el sonar de cabecera, por debajo de la cabecera de la red de arrastre. Además, el cabrestante del cable de sonar de cabecera de un arrastrero con frecuencia carece de energía suficiente para tensar el cable de sonar de cabecera de acero, ya que el cabrestante soporta el peso del cable.

35

[0005] Un cable de sonar de cabecera de acero que desciende por debajo de la cabecera de la red de arrastre pasa necesariamente a través de bancos de peces que están delante de la abertura de la red de arrastre. El paso del cable de sonar de cabecera de acero a través de un banco de peces asusta a los peces y el banco de peces girará hacia los lados. Un giro lateral de los bancos de peces puede reducir la captura porque algunos de los peces evitan la apertura de la red de arrastre.

40

[0006] Otra desventaja de un cable de sonar de cabecera de acero ocurre si el cable se rompe. Un cable de sonar de cabecera de acero roto, debido a su peso, inicialmente cae hacia abajo y a continuación comienza a cortar y dañar la red de arrastre. Del mismo modo, cuando el arrastrero gira mientras remolca una red de arrastre, a menudo se hace difícil controlar un cable de sonar de cabecera de acero para evitar el contacto entre el cable y las líneas de urdimbre de la red de arrastre y/o las bridas. El contacto entre el cable de sonar de cabecera y las líneas de urdimbre y/o bridas de la red de arrastre puede dañar tanto el cable de sonar de cabecera como las líneas de urdimbre y/o bridas de la red de arrastre. De manera similar, a veces un cable de sonar de cabecera entra en contacto con una puerta de red de arrastre. El contacto entre un cable de sonar de cabecera y la puerta de una red de arrastre puede provocar que el cable se corte o que el cable se enrede con la puerta, por lo que la puerta de la red de arrastre se vuelve incontrolable. Para solucionar cualquiera de los problemas anteriores asociados con el uso de un cable de sonar de cabecera de acero se requiere recuperar, reparar y/o reajustar el aparejo de pesca.

55

[0007] Con el tiempo, el óxido también degrada un cable de sonar de cabecera de acero. Además, los cables de sonar de cabecera de acero son difíciles de empalmar porque generalmente consisten en dos capas trenzadas de alambres de acero, una capa trenzada en el sentido de las agujas del reloj y la otra en el sentido contrario a las agujas del reloj.

60

[0008] Los cables hechos de materiales poliméricos sintéticos exhiben propiedades físicas bastante diferentes en comparación con los conductores, por ejemplo, fibras ópticas y alambres hechos de cobre, aluminio u otros metales. En general, la elasticidad de los conductores es muy baja, mientras que los materiales poliméricos sintéticos

65

generalmente exhiben una mayor elasticidad inherente. La torsión de fibras y/o filamentos trenzados y/o trenzados de materiales poliméricos sintéticos en un cable aumenta aún más la elasticidad del cable terminado debido a los huecos que se producen entre las fibras y/o filamentos. Un conductor recto orientado paralelo o dentro de un cable hecho de materiales poliméricos sintéticos tiende a romperse tras una aplicación inicial de tensión que estira el cable. La elasticidad de construcción de los cables hechos de materiales poliméricos sintéticos se puede reducir estirando el cable mientras está caliente o frío. El estiramiento de un cable hecho de materiales poliméricos sintéticos reduce la elasticidad al comprimir las fibras y/o filamentos al tiempo que elimina los huecos.

[0009] Fibras y/o filamentos hechos de materiales poliméricos sintéticos de resistencia ultra alta como polietileno de peso molecular ultra alto ("UHMWPE"), por ejemplo, Dynee-ma® y Spectra®; paraaramida, por ejemplo, Kevlar® y Twar-on®; fibras de carbono; poliéster aromático, por ejemplo, Vectran®; poliuretano termoestable, por ejemplo, Zylon®; y copoliamida aromática, por ejemplo, Technora®; suelen tener un alargamiento a la rotura del 2-10%. Un cable hecho de tales materiales generalmente exhibe un alargamiento constructivo de 2-5%. Si un conductor se coloca dentro o con un cable hecho de un material polimérico sintético de este tipo, debe poder aceptar este alargamiento sin romperse o volverse quebradizo, lo que finalmente resulta en una falla prematura del conductor.

[0010] Se conocen cables de energía de soporte de tensión y de señal de datos que utilizan fibras sintéticas para un miembro de resistencia. Por ejemplo, Cortland Cable Company ofrece dichos cables para cables de remolque sísmicos/magnetométricos, cables de remolque de sonar y video de barrido lateral y cables sísmicos de fondo oceánico. Dichos cables, cuando se utilizan para atar un vehículo operado a distancia ("ROV"), funcionan a baja tensión y con una sobretensión insignificante. Los fuertes golpes de sobretensión son inusuales para las aplicaciones actuales de líneas de amarre de ROV y cables oceánicos amarrados o los otros usos para cables de energía y señal de datos conocidos que no soportan tensión de acero. De hecho, es bien conocido en el campo que los ROV no deben desplegarse con tales cables de sujeción en condiciones de sobretensión en las que los arrastreros generalmente operan de forma rutinaria y real. En consecuencia, nadie en la técnica ha propuesto un cable energía y señal de datos de soporte de tensión que no es de acero capaz de tolerar cargas muy altas, como las aplicadas al cable de sonar de cabecera de una red de arrastre, mientras que también puede enrollarse en un tambor o cabrestante bajo altas tensiones. Hasta la presente descripción, nadie en la técnica ha propuesto un cable de energía y señal de datos que no sea de acero que se pueda enrollar y desplegar desde un cabrestante sujeto a los golpes de sobrecarga de un arrastrero pesquero sin dañar el cable en un corto tiempo, especialmente en menos de 6 meses calendario a partir de la fecha de primer uso.

[0011] De hecho, es preciso indicar que cuando se requiere alta tensión en combinación con devanados repetidos bajo tensión en el tambor de un cabrestante y almacenamiento bajo tensión en ese tambor, tal como ocurre con el cable de sonar de cabecera de una red de arrastre, es contrario a la tendencia de la industria formar un cable de señal de datos de soporte de tensión que tenga un conductor encerrado por un miembro de resistencia formado por fibras sintéticas. Los experimentos anteriores en conductores de revestimiento (incluidas las líneas de fibra óptica, los alambres de cobre, etc.) dentro de los miembros de resistencia, como las capas de chaqueta trenzadas formadas por fibras poliméricas sintéticas, han fallado en aplicaciones de alta tensión, como las descritas anteriormente. Además, también han fallado los intentos de estirar previamente un miembro de resistencia formado a partir de fibras poliméricas sintéticas que revisten un conductor sin romperse o causar de otro modo un fallo del conductor.

[0012] El documento WO 93/17355 enseña una construcción para una serpentina remolcada diseñada tanto para proteger los conductores de un alargamiento excesivo como para minimizar los amplificadores vibratoriales a lo largo del serpentín. Esta publicación enseña a un serpentín remolcado que incluye un núcleo flotante y miembros de resistencia para transmitir tensión a lo largo del serpentín. Los miembros de resistencia están dispuestos de modo que el serpentín sea compatible durante un alargamiento predeterminado del serpentín. Los miembros de resistencia están incrustados en una chaqueta interior rodeada por una chaqueta exterior. Todo el conjunto está encerrado en una chaqueta exterior extruida. Se pueden proporcionar portadores de datos trenzados entre las chaquetas internas que son externas a los miembros de resistencia. Los miembros de resistencia se pueden trenzar con intersticios impregnados con gel. Como alternativa al uso de miembros de resistencia que no son compatibles, se puede usar una combinación de miembros de resistencia compatibles y no compatibles, donde los miembros compatibles solo se enganchan después de un alargamiento predeterminado del serpentín.

[0013] La patente estadounidense 4522464 enseña un cable blindado destinado a exhibir un alargamiento inelástico mínimo en respuesta a la tensión a temperaturas elevadas y también destinado a resistir condiciones ambientales adversas. El cable blindado contiene un tubo herméticamente sellado que incorpora una fibra óptica. Las enseñanzas incluyen un procedimiento de fabricación que minimiza la parte inelástica del alargamiento del cable al minimizar la deformabilidad del núcleo. El haz central del cable comprende al menos dos capas internas, que incluyen una armadura interna, que están trenzadas en una configuración "unilateral" de una mano dada alrededor de un tubo central sellado herméticamente que contiene al menos una fibra óptica recubierta con un material de amortiguación adecuado tal como un elastómero para amortiguar la fibra óptica. El tubo se fabrica de modo que las fibras se sellen herméticamente en él con un mínimo de deformación y microcurvas inducidas por el procedimiento.

[0014] El documento US 2002/0121388 describe un cable que tiene una matriz de soporte de tensión que se

extiende a través de la longitud del cable, una pluralidad de elementos conductores que están ubicados dentro y separados entre sí en dicha matriz. En dicha matriz se fijan un núcleo de aramida de soporte de carga y un refuerzo exterior de fibra de aramida en forma de trenza. Encerrando la matriz hay un revestimiento o chaqueta externa. El revestimiento o chaqueta externa y los materiales que componen la matriz son del mismo material o materiales similares que se pueden unir entre sí, preferentemente poliuretano.

[0015] El documento WO 2004/020732 A2 describe un cable que tiene un núcleo termoplástico encerrado dentro de una chaqueta trenzada, coextruida o extruida por tracción. Durante la fabricación, el cable se calienta a una temperatura a la que el núcleo termoplástico se vuelve líquido o semilíquido. Mientras se calienta a esta temperatura, el cable se estira para que se alargue permanentemente. Durante el estiramiento, el material del núcleo termoplástico calentado llena los huecos dentro de la chaqueta circundante. Para mayor resistencia y/o rigidez, el núcleo termoplástico puede incluir una fibra o filamento central de miembro de resistencia interior que difiere de la del núcleo termoplástico y está hecho de un metal o material polimérico. El uso del miembro de resistencia interior central de metal para transportar señales de datos no funciona porque durante la fabricación del cable, el alambre metálico se rompe o se vuelve tan quebradizo que falla prematuramente.

Descripción

[0016] Un objeto de la presente descripción es proporcionar un cable de sonar de cabecera que no sea de acero capaz de enrollarse en un cabrestante bajo tensiones y golpes de sobrecarga experimentados por un arrastrero de pesca que permanece intacto durante un intervalo comercialmente práctico de al menos 6 meses calendario a partir de una fecha de primer uso.

[0017] Otro objeto de la presente descripción es proporcionar un cable de sonar de cabecera que no sea de acero capaz de enrollarse en un cabrestante y permanecer intacto bajo tensiones y golpes de sobrecarga experimentados por los arrastreros de pesca, particularmente aquellos que tienen desplazamientos de 20 toneladas hasta más de 300 toneladas e incluso más de 3000 toneladas, ya que el desplazamiento del arrastrero magnifica los golpes de sobrecarga.

[0018] Otro objeto de la presente descripción es proporcionar un cable de sonar de cabecera que no sea de acero capaz de enrollarse en un cabrestante a una tensión superior a 100 Kg que permanezca intacto durante un intervalo comercialmente práctico de al menos 6 meses calendario a partir de una fecha de primer uso en arrastreros que excedan las 100 toneladas de desplazamiento, ya que el desplazamiento del arrastrero magnifica los choques de sobrecarga. Otro objeto de la presente invención es proporcionar un cable de sonar de cabecera que no es de acero que no se retuerza cuando se relaje.

[0019] La invención proporciona en un primer aspecto un cable como se define en la reivindicación 1, adecuado para su uso como un cable de sonar de cabecera.

[0020] En un aspecto adicional, la invención proporciona un procedimiento como se define en la reivindicación 7, para producir un cable adecuado para su uso como un cable de sonar de cabecera.

[0021] Se describe un procedimiento para producir un cable de sonar de cabecera que tiene una alta resistencia a la rotura y un peso más ligero que un cable de sonar de cabecera convencional que tiene un miembro de resistencia formado por alambre de acero.

[0022] El procedimiento incluye formar una estructura conductora alargable ubicada internamente envolviendo un conductor que es capaz de transmitir señales de datos alrededor de una varilla que se deforma durante el estiramiento posterior de la capa de chaqueta del miembro de resistencia.

[0023] Para un conductor metálico, el procedimiento incluye etapas adicionales de:

1. después de trenzar la capa de chaqueta del miembro de resistencia alrededor de la estructura conductora alargable ubicada internamente

- a. calentar el cable de sonar de cabecera; y
- b. estirar la capa de chaqueta del miembro de resistencia lo suficiente como para alargar el cable de sonar de cabecera para reducir una reducción en el área de sección transversal de la capa de chaqueta del miembro de resistencia; y

2. Mientras se mantiene la tensión en la capa de chaqueta del miembro de resistencia, enfriar el cable de sonar de cabecera.

[0024] También se describe un cable de sonar de cabecera que no es de acero fabricado de acuerdo con el procedimiento descrito. Una ventaja del cable de sonar de cabecera que no es de acero descrito es que es ligero y

tiene una densidad menor que un cable de sonar de cabecera de acero. Debido a que el cable de sonar de cabecera que no es de acero descrito es más ligero y, en consecuencia, más flotante en el agua que un cable de sonar de cabecera de acero convencional, el cable descrito:

- 5 1. es más fácil de manipular y mantener fuera de la trayectoria de la red de arrastre; y
2. reduce la energía requerida para el equipo de arrastrero que maneja el cable.

[0025] Debido al ligero peso y flotabilidad del cable de sonar de cabecera descrito, su trayectoria desde el cabrestante de un arrastrero hasta la cabecera de la red de arrastre es más directa. Además, debido tanto al peso
10 ligero del cable de sonar de cabecera descrito como a la velocidad de remolque de la red de arrastre, el cable de sonar de cabecera descrito tiende a permanecer por encima de la cabecera de la red de arrastre en lugar de descender por debajo de la cabecera. Si un cable de sonar de cabecera permanece por encima de la cabecera de la red de arrastre, no puede entrar en contacto con las líneas de urdimbre, bridas y/o puertas de la red de arrastre. Además, si dicho cable de sonar de cabecera se rompe, flotará sobre la red de arrastre, evitando así daños a la red de arrastre.

15 **[0026]** Otra ventaja del cable de sonar de cabecera que no es de acero descrito es que puede empalmarse más fácilmente y más rápidamente que un cable de sonar de cabecera de acero convencional.

[0027] Otra ventaja más del cable de sonar de cabecera que no es de acero descrito es que se corroe menos
20 que un cable de sonar de cabecera de acero convencional. En consecuencia, el cable de sonar de cabecera que no es de acero descrito durará más que un cable de sonar de cabecera de acero convencional.

[0028] Otra ventaja más del cable de sonar de cabecera que no es de acero descrito es que exhibe menos
25 fatiga por calor que un cable de sonar de cabecera de acero convencional.

[0029] Al poseer las ventajas anteriores, el cable de sonar de cabecera que no es de acero descrito responde
a las necesidades sentidas durante mucho tiempo en la industria.

[0030] Estas y otras características, objetos y ventajas se entenderán o serán evidentes para los expertos en
30 la materia a partir de la siguiente descripción detallada de la realización preferida como se ilustra en las diversas figuras de los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

35 **[0031]**

La Fig. 1 es una vista en planta de un cable de sonar de cabecera según la presente descripción que revela varias capas incluidas en una realización del mismo; La Fig. 1A es una fotografía de una sección transversal del cable de sonar de cabecera representado en la Fig. 1 tomada a lo largo de la línea 1A-1A en la Fig. 1;

40 La Fig. 1B es una vista en sección transversal que representa aquellas capas del cable de sonar de cabecera que aparecen en la línea 1B-1B en la Fig. 1 a medida que esas capas aparecen en el cable de sonar de cabecera terminado;

La Fig. 2 es una vista en planta que ilustra un conductor que es capaz de transmitir datos envuelto alrededor de una varilla que se deforma durante el tensado posterior de una capa de chaqueta del miembro de resistencia de encierro, todos los cuales están incluidos en el cable de sonar de cabecera representado en la Fig. 1;

45 La Fig. 2A es una vista en sección transversal de la varilla deformable con el conductor de transmisión de datos envuelto a su alrededor tomada a lo largo de la línea 2A-2A en la Fig. 2;

La Fig. 3 es una vista en planta que ilustra el conductor y la varilla del cable de sonar de cabecera representado en la Fig. 2 después de estar encerrado dentro de una capa de revestimiento de material que tiene una temperatura de reblandecimiento más alta que la de la varilla;

50 La Fig. 3A es una vista en sección transversal del conductor y la varilla de la Fig. 2 encerrados dentro de la capa de revestimiento que se toma a lo largo de la línea 3A-3A en la Fig. 3;

La Fig. 4 es una vista en planta que ilustra el conductor, la varilla y la capa de revestimiento del cable de sonar de cabecera representado en la Fig. 3 después de estar encerrado dentro de una capa de blindaje de material eléctricamente conductor;

55 La Fig. 4A es una vista en sección transversal del conductor, la varilla y la capa de revestimiento de la Fig. 3 encerrada dentro de la capa de blindaje que se toma a lo largo de la línea 4A-4A en la Fig. 4;

La Fig. 5 es una vista en planta que ilustra el conductor, la varilla, la capa de revestimiento y la capa de blindaje del cable de sonar de cabecera representado en la Fig. 4 después de estar encerrado dentro de una capa de material de barrera contra el agua opcional;

60 La Fig. 5A es una vista en sección transversal del conductor, la varilla, la capa de revestimiento y la capa de blindaje de la Fig. 4 encerrada dentro de la capa de barrera contra el agua que se toma a lo largo de la línea 5A-5A en la Fig. 5;

65 La Fig. 6 es una vista en planta que ilustra el conductor, la varilla, la capa de revestimiento, la capa de blindaje y la capa de barrera contra el agua del cable de sonar de cabecera representado en la Fig. 5 después de estar encerrado dentro de una capa de material de barrera de extrusión;

La Fig. 6A es una vista en sección transversal del conductor, la varilla, la capa de revestimiento, la capa de blindaje y la capa de barrera contra el agua de la Fig. 5 encerrada dentro de la capa de barrera de extrusión que se toma a lo largo de la línea 6A-6A en la Fig. 6;

La Fig. 7 es una vista en planta que ilustra el conductor, la varilla, la capa de revestimiento, la capa de blindaje, la capa de barrera contra el agua y la capa de barrera de extrusión del cable de sonar de cabecera representado en la Fig. 6 después de estar encerrado dentro de la capa de chaqueta de miembro de resistencia de material polimérico;

La Fig. 7A es una vista en sección transversal del conductor, la varilla, la capa de revestimiento, la capa de blindaje, la capa de barrera contra el agua y la capa de barrera de extrusión de la Fig. 6 encerradas dentro de la capa de chaqueta del miembro de resistencia que se toma a lo largo de la línea 7A-7A en la Fig. 7;

La Fig. 8 es una vista en planta que ilustra el conductor, la varilla, la capa de revestimiento, la capa de blindaje, la capa de barrera contra el agua, la capa de barrera de extrusión y la capa de chaqueta del miembro de resistencia del cable de sonar de cabecera representado en la Fig. 7 después de estar encerrado dentro de una capa protectora de material;

La Fig. 8A es una vista en sección transversal del conductor, la varilla, la capa de revestimiento, la capa de blindaje, la capa de barrera contra el agua, la capa de barrera de extrusión y la capa de chaqueta de miembro de resistencia de la Fig. 7 encerrada dentro de la capa protectora que se toma a lo largo de la línea 8A-8A en la Fig. 8;

La Fig. 9 es una vista en planta de una porción de una estructura conductora alargable alternativa ubicada en el centro, que no forma parte de la presente invención;

La Fig. 9A es una fotografía de una sección transversal del cable de sonar de cabecera alternativo representado en la Fig. 9 tomada a lo largo de la línea 9A, B - 9A, B en la Fig. 9; y

La Fig. 9B es una vista en sección transversal que representa aquellas capas del cable de sonar de cabecera alternativo que aparecen en la línea 9A, B - 9A, B en la Fig. 9 a medida que esas capas aparecen en el cable de sonar de cabecera terminado.

Mejor forma de llevar a cabo la presente descripción

[0032] La Fig. 1 ilustra un cable de sonar de cabecera según la presente descripción que se identifica mediante el carácter de referencia general 20. La Fig. 1 representa un conductor eléctrico preferentemente aislado 22 envuelto alrededor de una varilla 24 de material deformable y encerrado dentro de una secuencia de capas incluidas en la realización particular del cable de sonar de cabecera 20 ilustrado en la Fig. 1. Las etapas de un primer procedimiento de fabricación descrito a continuación ensamblan el cable de sonar de cabecera 20 representado en la Fig. 1;

El primer procedimiento de fabricación

Etapas (1):

[0033] La fabricación del cable de sonar de cabecera 20 representado en la Fig. 1 comienza con la torsión y/o envoltura del conductor eléctrico preferentemente aislado 22 alrededor de la varilla 24 de material deformable como se representa con mayor detalle en las Figs. 2 y 2A. El material deformable de la varilla 24 es un material termoplástico que se deforma cuando se expone a presiones generadas mientras se estiran varias capas del cable de sonar de cabecera 20 representado en la Fig. 1 de la manera descrita con mayor detalle a continuación.

[0034] Una característica esencial de la presente descripción es que todas las etapas de procesamiento posteriores, incluida una etapa de estiramiento de varias capas del cable de sonar de cabecera 20 representado en la Fig. 1, conservan la integridad del conductor 22. Con respecto al conductor 22, cualquier aislamiento sobre el mismo:

1. tiene una temperatura de reblandecimiento más alta que la de la varilla preferentemente termoplástica 24; a la vez que
2. es deformable durante el estiramiento de varias capas del cable de sonar de cabecera 20 de la manera que se describe con mayor detalle a continuación.

[0035] Existen numerosos materiales aislantes convencionales que satisfacen los criterios anteriores para un aislante incluido en el cable de sonar de cabecera 20.

[0036] Es ventajoso retorcer el conductor 22 alrededor de la varilla 24 en una dirección correspondiente a una dirección de colocación del conductor 22. La forma del conductor 22 cuando se retuerce y/o envuelve alrededor de la varilla 24 es la de una espiral, aunque según la presente descripción el cable de sonar de cabecera 20 se puede retorcer y/o envolver alrededor de la varilla 24 en formas distintas a la de una espiral o hélice cuyas formas alternativas también funcionan tan bien en el cable de sonar de cabecera 20 como la forma de espiral. De hecho, cualquier configuración dispuesta adecuadamente para el cable de sonar de cabecera 20 en el que serpentea a lo largo de la longitud de la varilla 24 debería ser capaz de proporcionar suficiente holgura en el cable de sonar de cabecera 20 para que no se rompa durante el estiramiento de varias capas del cable de sonar de cabecera 20 representado en la Fig. 1 de la manera descrita con mayor detalle a continuación.

[0037] El material conductor del cable de sonar de cabecera 20 incluye fibras y/o filamentos para transportar información. Según la presente descripción, dichas fibras y/o filamentos portadores de información incluyen fibras ópticas y alambre eléctricamente conductor. Normalmente, el cable de sonar de cabecera 20 incluye filamentos capaces de transportar energía eléctrica y/o corriente, tales como hebras o alambres de cobre. A los efectos de la presente descripción, los términos fibra y filamento se usan indistintamente.

Etapas (2):

[0038] Con referencia ahora a las Figs. 3 y 3A, la siguiente etapa en la formación del cable de sonar de cabecera 20 es encerrar (incluida la formación de un revestimiento sobre) el conductor 22 y la varilla 24 dentro de una capa de revestimiento 32 de material que tiene una temperatura de reblandecimiento más alta que la de la varilla 24. Si el material fuertemente trenzado, envuelto o extruido de la capa de revestimiento 32 tiene una temperatura de reblandecimiento más alta que el material de la varilla 24, el material de la varilla 24 no se extruirá a través de la capa de revestimiento 32 durante el preestiramiento y/o termoendurecimiento de la mayoría de las capas de cable representadas en la Fig. 1 de la manera descrita con mayor detalle a continuación. La capa de revestimiento 32 puede formarse trenzando o envolviendo firmemente el conductor 22 y la varilla 24 con un material, por ejemplo, fibras de poliéster, que tenga una temperatura de reblandecimiento más alta que la de la varilla 24. De manera alternativa, la capa de revestimiento 32 puede extruirse alrededor del conductor 22 y la varilla 24. El conductor 22 y la varilla 24 encerrados dentro de la capa de revestimiento 32 forman una estructura conductora alargable ubicada internamente 34 del cable de sonar de cabecera 20.

Etapas (3):

[0039] Con referencia ahora a las Figs. 4 y 4A, cuando el conductor 22 es un conductor eléctrico, la siguiente etapa en la formación del cable de sonar de cabecera 20 es sobretrenzando o sobretorciendo el conductor 22, la varilla 24 y la capa de revestimiento 32 de la Fig. 3 con una capa de blindaje 36 de material eléctricamente conductor, por ejemplo, alambres de cobre, para blindar el conductor 22 de la interferencia electromagnética. La capa de blindaje 36 debe permanecer intacta cuando se alarga hasta un catorce por ciento (14%) durante el estiramiento de varias capas del cable de sonar de cabecera 20 representado en la Fig. 1 de la manera descrita con mayor detalle a continuación.

Etapas (4):

[0040] Con referencia ahora a las Figs. 5 y 5A, la siguiente etapa en la formación del cable de sonar de cabecera 20 es pultruir o extruir, cubrir o encerrar de otro modo (incluida la formación de un revestimiento sobre) el conductor 22, la varilla 24, la capa de funda 32 y la capa de blindaje 36 con una capa de barrera contra el agua 42 para servir como un blindaje contra el agua. La capa de barrera contra el agua 42 se forma lo más delgada posible a partir de un plástico, metal u otro material para evitar que las capas encerradas entren en contacto con el agua (es decir, se forma y/o construye para ser impermeable al agua). Preferentemente, el polietileno forma la capa de barrera contra el agua 42.

Etapas (5):

[0041] Con referencia ahora a las Figs. 6 y 6A, la siguiente etapa en la formación del cable de sonar de cabecera 20 es sobretrenzar o cubrir el conductor 22, la varilla 24, la capa de revestimiento 32, la capa de blindaje 36 y la capa de barrera contra el agua 42 con una capa de barrera de extrusión fuertemente trenzada 46 de un material que tiene una temperatura de reblandecimiento más alta que el material de la capa de barrera contra el agua 42. Si el material fuertemente trenzado de la capa de barrera de extrusión 46 tiene una temperatura de reblandecimiento más alta que el material de la capa de barrera contra el agua 42, el material de la capa de barrera contra el agua 42 no se extruirá a través de la capa de barrera de extrusión 46 durante el preestiramiento y/o termoendurecimiento de la mayoría de las capas de cable representadas en la Fig. 1 de la manera descrita con mayor detalle a continuación. La capa de barrera de extrusión 46 se forma a partir de fibras de poliéster trenzadas (incluyendo trenzas, hebras y filamentos y otros).

[0042] Debido a la importancia de minimizar el diámetro del cable de sonar de cabecera 20, es importante que la varilla 24 tenga el diámetro más pequeño posible. En particular, el diámetro de la varilla 24 se puede determinar experimentalmente de modo que después de estirar varias capas del cable de sonar de cabecera 20 representado en la Fig. 1 de la manera descrita con mayor detalle a continuación, el conductor 22 se endereza completamente o está tan cerca de ser completamente recto que cualquier desviación de ser completamente paralela al eje longitudinal de la capa de revestimiento 32 permite solo un ligero alargamiento adicional del conductor 22. Tal como se usa en esta invención, un ligero alargamiento adicional del conductor 22 significa menos del 10 % de alargamiento, y preferentemente menos del 7 % de alargamiento, e incluso menos del 2 % de alargamiento, e incluso menos del 1 % de alargamiento del conductor 22 antes de que se vuelva recto en contraste con la rotura o falla del conductor 22. La disección de los cables de sonar de cabecera 20 fabricados de acuerdo con esta descripción utilizando varillas de diferente diámetro 24 para extraer el conductor 22 de las mismas y, a continuación, estirar el conductor 22 hasta que se vuelva recto permite determinar experimentalmente un diámetro preferido para la varilla 24.

Etapla (6):

- [0043]** Cualquier combinación de capas que se incluya en el cable de sonar de cabecera 20 además del conductor 22, la varilla 24 y la capa de barrera de extrusión 46, con referencia ahora a las Fig. 7 y 7A, la siguiente etapa en la formación del cable de sonar de cabecera 20 es sobretrenzado sobre todas esas capas de una capa de fibra polimérica tal como UHMWPE, aramidas (Kevlar), fibras de carbono, LCP (Vectran), PBO (Zylon), Twaron y Technora, etc. para formar la capa de chaqueta de miembro de resistencia 52 del cable de sonar de cabecera 20.

10 Etapla (7):

- [0044]** El conductor 22, la varilla 24 y la capa de barrera de extrusión 46 junto con cualquier otra capa encerrada dentro de la capa de chaqueta de miembro de resistencia 52 y la propia capa de chaqueta de miembro de resistencia 52 a continuación se estiran por calor y/o se termoendurecen, de tal manera que hacen que la varilla 24 se vuelva maleable (semiblanda) para que pueda deformarse permanentemente, y de otra manera de tal manera como se describe para las etapas de procesamiento posteriores 9, 10 y 11, que repiten el estiramiento por calor.

Etapla (8):

- [0045]** Con referencia ahora a las Figs. 8 y 8A, la siguiente etapa en la formación del cable de sonar de cabecera 20 es sobretrenzar o cubrir la capa de chaqueta del miembro de resistencia 52 y todo lo encerrado dentro de la capa de chaqueta del miembro de resistencia 52 con una capa protectora final 56 del cable de sonar de cabecera 20. La capa protectora 56 protege el miembro de resistencia del daño causado por abrasión o corte. Una característica de la capa protectora 56 es que debe ser capaz de tolerar un alargamiento adicional del cable de sonar de cabecera 20 como se describe en las etapas de procesamiento posteriores.

Etapla (9):

- [0046]** La siguiente etapa de fabricación en la fabricación del cable de sonar de cabecera 20 es calentar el cable de sonar de cabecera 20 nuevamente a una temperatura que haga que la varilla 24 se vuelva maleable (semiblanda) de modo que la varilla 24 nuevamente se vuelva deformable pero no tan caliente que el material que forma la varilla 24 fluya. Mientras se mantiene el cable de sonar de cabecera 20 en este estado calentado, la fabricación del cable de sonar de cabecera 20 concluye con la realización de las operaciones descritas en las etapas (10) y (11) a continuación.

Etapla (10):

- [0047]** La penúltima etapa de fabricación es estirar el cable de sonar de cabecera 20 aplicando suficiente tensión a al menos la capa de chaqueta de miembro de resistencia 52 para alargar la capa de chaqueta de miembro de resistencia 52 una cantidad deseada. La cantidad deseada de alargamiento de la capa de chaqueta del miembro de resistencia 52 es generalmente una cantidad que después de que el cable de sonar de cabecera 20 se enfría, la capa de chaqueta del miembro de resistencia 52 no puede estirarse más de aproximadamente tres y medio por ciento (3,5 %) hasta romperse, y especialmente para permitir el alargamiento permanente de la capa de chaqueta enfiada.

- [0048]** Una temperatura preferida cuando se estira la capa protectora 56 del cable de sonar de cabecera 20 que está formado por UHMWPE es 117 °C. Una temperatura entre 114 °C y 117 °C es muy útil cuando se estira la capa protectora 56 del cable de sonar de cabecera 20 que está formado por UHMWPE. Una temperatura entre 110 °C y 120 °C es útil cuando se estira la capa protectora 56 del cable de sonar de cabecera 20 que está formado por UH- MWPE, con un intervalo de temperatura de 100 °C a 124 °C) que también es útil. Dependiendo de la tensión aplicada al cable de sonar de cabecera 20, y también dependiendo de los tipos de fibras y/o filamentos utilizados en la fabricación del cable de sonar de cabecera 20, son útiles temperaturas de 90 °C a 150 °C.

- [0049]** En general, la aplicación de más tensión al cable de sonar de cabecera 20 reduce la temperatura a la que se debe calentar el cable de sonar de cabecera 20, y viceversa. La temperatura seleccionada y aplicada y la tensión seleccionada y aplicada son tales que maximizan la resistencia de la capa de chaqueta en el cable de sonar de cabecera 20 mientras que también minimizan, y preferentemente eliminan, su capacidad para alargarse aún más;

Etapla (11):

- [0050]** La etapa final de fabricación es enfriar el cable de sonar de cabecera 20 mientras se mantiene la tensión en al menos la capa de chaqueta del miembro de resistencia 52 para que la capa junto con las otras capas se enfríen mientras están bajo tensión. De esta manera:

1. todas las capas del cable de sonar de cabecera 20 se alargan permanentemente mientras que también se forman permanentemente en una posición en la que el conductor 22 se entrelaza con la varilla 24; y

2. los otros componentes deformables del cable de sonar de cabecera 20, que incluye muchas, si no todas, las capas del cable de sonar de cabecera 20, adoptan una forma que soporta la forma interna de la capa de chaqueta del miembro de resistencia tenso 52.

5 **[0051]** Por ejemplo, como resultado de esta última etapa, el conductor 22 se comprime contra la varilla maleable 24 y, como resultado, desplaza parte de la varilla 24 y, de hecho, llega a ocupar parte del espacio anteriormente ocupado solo por la varilla 24. Debido al alargamiento del cable de sonar de cabecera 20, el diámetro en el que el conductor 22 se enrolla inicialmente alrededor de la varilla 24 se contrae con la varilla 24 y el conductor 22 se entrelaza. Dependiendo de cuánta tensión se aplique al cable de sonar de cabecera 20 durante la fabricación, el conductor
10 combinado 22 y la varilla 24 pueden convertirse en una estructura esencialmente cilíndrica con espacios a menudo apenas discernibles entre el conductor 22 y la varilla 24.

[0052] Debido al calentamiento y estiramiento descritos anteriormente, todas las capas del cable de sonar de cabecera 20 encerradas dentro de la capa de chaqueta del miembro de resistencia 52 y la capa protectora 56 asumen
15 una forma que soporta y se adapta a la pared interna de la capa inmediatamente circundante. Por consiguiente, durante el calentamiento y el estiramiento del cable de sonar de cabecera 20, la capa de barrera de extrusión 46 que contacta directamente con la capa de chaqueta del miembro de resistencia 52 toma una forma que soporta y se adapta con precisión a la forma interna de la capa de chaqueta del miembro de resistencia 52. Las capas del cable de sonar de cabecera terminado 20 encerradas dentro de la capa de barrera de extrusión 46 asumen una forma similar a la de
20 la capa de barrera de extrusión 46 con el grado de similitud disminuyendo progresivamente hacia el centro del cable de sonar de cabecera 20. En el centro del cable de sonar de cabecera terminado 20 ilustrado en las Figs. 1-8, 1A, 1B y 2A - 8A, la forma del conductor combinado 22 y la varilla 24 puede ser casi cilíndrica con una superficie exterior deformada.

25 **[0053]** Procedimiento de fabricación preferido. Las figuras 9, 9A y 9B representan un cable de sonar de cabecera alternativo, que no forma parte de la presente invención, que se identifica mediante el carácter de referencia general 120. Esos elementos representados en las Figs. 9, 9A y 9B que son comunes al cable de sonar de cabecera 20 ilustrado en las figuras 1-8, 1A, 1B y 2A-8A llevan el mismo número de referencia que se distingue por una designación prima (""). El cable de sonar de cabecera 120 representado en las Figs. 9, 9A y 9B elimina la estructura
30 conductora alargable ubicada internamente 34 representada en las Figs. 3 y 3A formadas por el conductor 22, la varilla 24 y la capa de revestimiento 32. En lugar del conductor 22, el cable de sonar de cabecera 120 incluye un conductor trenzado inicialmente no estirado 122 que primero tiene un revestimiento trenzado no conductor 124 sobretrenzado alrededor del conductor trenzado 122. Preferentemente, el revestimiento trenzado 124 está formado por fibras de un material polimérico tal como fibras de poliéster. A continuación, si el conductor trenzado 122 está hecho de un material
35 eléctricamente conductor, se pultruye o extruye una capa polimérica 132 alrededor del conductor trenzado 122 encerrado dentro del revestimiento trenzado 124. La capa polimérica 132 se forma preferentemente a partir de polietileno celular y tiene un espesor radial que establece una impedancia eléctrica adecuada para el cable de sonar de cabecera 120. El uso de polietileno celular para aislamiento eléctrico se describe adicionalmente al menos en US 4.173.690, US 5.346.926 y US 7.507.909 B2. Alternativamente, también se puede usar un material de poliuretano
40 siempre que no tienda a contraer el cable de sonar de cabecera 20 longitudinalmente después de estirar varias capas del cable de sonar de cabecera 20 representado en la Fig. 1 de la manera descrita con mayor detalle a continuación. Después de que se haya ensamblado la estructura conductora alargable ubicada internamente 134, la fabricación del cable de sonar de cabecera 120 continúa con el procesamiento adicional de la estructura conductora alargable ubicada internamente 134 como se describió anteriormente para las etapas (3) a (11) anteriores.

45 Aplicación industrial

[0054] Un cable de sonar de cabecera 120 del tipo representado en las Figs. 9, 9A y 9B que tiene el conductor trenzado único 122 o el cable de sonar de cabecera 20 del tipo representado en las Figs. 1B y 2A que tiene el conductor
50 único 22 es útil para un cable de sonar de cabecera de red de arrastre. Cuando el cable de sonar de cabecera 20 se fabrica para ciertas aplicaciones, como los cables de cabecera utilizados para matrices de vigilancia sísmica remolcadas, el cable de sonar de cabecera 20 puede incluir varias fibras y/o filamentos que transportan información individual en lugar de una sola fibra y/o filamento como se representa en la ilustración de las Figs. 1B y 2A. Para los fines de esta descripción, se entiende que se incluyen en el cable de sonar de cabecera 20 tantas fibras y/o filamentos
55 conductores distintos como sea necesario para transportar tanto señales de datos como energía eléctrica para cualquier aplicación particular, ya sea que haya una o cientos o incluso más fibras y/o filamentos que transporten información distinta. Como es fácilmente evidente para los expertos en la materia, para un cable de sonar de cabecera 20 que tiene dos (2) o más información distinta que lleva fibras y/o filamentos eléctricamente conductores, cada una de esas fibras y/o filamentos debe estar eléctricamente aislada de todas las otras fibras y/o filamentos que llevan
60 información distinta.

[0055] Si en lugar de un material eléctricamente conductor, el cable de sonar de cabecera 20 o 120 utiliza fibras ópticas para que el conductor 22 o el conductor trenzado 122 transporten las señales de datos, el cable de sonar de cabecera 20 o 120 ya no requiere la capa de blindaje 36 o 36'. Si el cable de sonar de cabecera 20 o 120 omite la
65 capa de blindaje 36 o 36' porque las fibras ópticas forman el conductor 22 o el conductor trenzado 122, entonces el

cable de sonar de cabecera 20 o 120 también puede omitir la capa de revestimiento 32 o la capa polimérica 132.

[0056] Debido a que el cable de sonar de cabecera 20 o 120 está hecho principalmente de materiales poliméricos sintéticos, tiene una densidad mucho menor que un cable de sonar de cabecera de acero convencional.

- 5 De hecho, la densidad del cable de sonar de cabecera 20 o 120 es aproximadamente la misma que la del agua. Si una aplicación particular, como la pesca de arrastre en aguas profundas, se beneficia de un cable de sonar de cabecera más denso 20 o 120, entonces las fibras o filamentos hechos de un material más denso, por ejemplo, un metal denso, pueden reemplazar algunas o todas las fibras o filamentos de la capa protectora 56 o 56'. Además, variar el espesor de la capa protectora 56 o 56' permite ajustar la flotabilidad del cable de sonar de cabecera 20 o 120 a un
- 10 valor particularmente deseado. El uso de un material más denso y más duro, como el acero, para algunas o todas las fibras o filamentos de la capa protectora 56 o 56' también mejora significativamente la resistencia a la abrasión del cable de sonar de cabecera 20 o 120.

[0057] Además de usarse con redes de arrastre, los cables de sonar de cabecera según la presente descripción

15 pueden usarse como urdimbres de remolque sintéticas en arrastreros u otros buques, también se usan como cable de entrada para matrices de vigilancia sísmica remolcadas. Las matrices de vigilancia sísmica de remolque requieren que el cable de entrada transmita energía eléctrica y señales de datos a una larga distancia entre el buque de remolque y la matriz con un mínimo de arrastre, un mínimo de peso y un mínimo de movimiento del cable de entrada.

- 20 **[0058]** Además, un uso significativo para los cables de sonar de cabecera es la vigilancia sísmica estacionaria, como los cables anclados y/o amarrados para transmitir datos y energía eléctrica, y que requieren una cierta resistencia. Los cables sísmicos estacionarios transfieren señales de datos a menudo hasta una boya de superficie, y se colocan en y/o en relación con el lecho marino durante largos períodos de tiempo, incluso varios años. Las corrientes oceánicas tienden a mover dichos cables sísmicos anclados. Debido a que es importante limitar el movimiento de un
- 25 cable sísmico anclado tanto como sea posible, es ventajoso reducir tanto como sea posible el efecto de las corrientes oceánicas en la ubicación de un cable sísmico anclado. Un cable sísmico anclado más delgado tiende a moverse menos por las corrientes oceánicas. Aunque la presente invención se ha descrito en términos de la realización actualmente preferida, debe entenderse que dicha descripción es puramente ilustrativa y no debe interpretarse como limitativa. La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

30

REIVINDICACIONES

1. Un cable adecuado para su uso como cable de sonar de cabecera, teniendo el cable:
 - 5 a. un conductor (22) entrelazado con una varilla termoplástica deformable (24), comprendiendo el conductor (22) un aislamiento que tiene una temperatura de reblandecimiento más alta que la de la varilla (24);
 - b. una capa de barrera contra el agua (42) que encierra el conductor (22) y la varilla deformable (24);
 - c. una capa de chaqueta de miembro de resistencia (52) de material polimérico que encierra dentro de sí el conductor (22), la varilla deformable (24) y la capa de barrera contra el agua (42), el cable **caracterizado porque**:
 - 10 una capa de barrera de extrusión (46) encierra el conductor (22), la varilla (24) y la capa de barrera contra el agua (42), la capa de barrera de extrusión (46) está encerrada por la capa de chaqueta de miembro de resistencia (52), la capa de barrera de extrusión (46) formada de un material que tiene una temperatura de reblandecimiento más alta que el material de la capa de barrera contra el agua (42), la capa de barrera de extrusión (46) formada de fibras de poliéster trenzadas, por lo que el material semiblando de la capa de barrera contra el agua (42) no se extruirá a través de la capa de barrera de extrusión (46) durante el preestiramiento y el termoendurecimiento de las capas de cable.
2. El cable según la reivindicación 1, donde la capa de chaqueta del miembro de resistencia (52) comprende una sobretrenzada que comprende fibra polimérica.
3. El cable según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, donde la capa de barrera de extrusión (46) contacta directamente con la capa de chaqueta del miembro de resistencia (52) y toma una forma que soporta y se adapta a la forma interna de la capa de chaqueta del miembro de resistencia (52).
4. El cable según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la capa de chaqueta del miembro de resistencia (52) no puede estirarse más del tres y medio por ciento (3,5 %) hasta romperse.
5. El cable según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde dicho conductor (22) es un conductor de fibra óptica.
6. El cable según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde dicho conductor (22) es un conductor eléctrico.
7. Un procedimiento para producir un cable adecuado para su uso como un cable de sonar de cabecera, teniendo el procedimiento las etapas de:
 - a. envolver un conductor (22) alrededor de una varilla deformable (24), mientras se selecciona el conductor (22) que comprende un aislamiento que tiene una temperatura de reblandecimiento más alta que la de dicha varilla deformable (24);
 - b. formar una capa de barrera contra el agua (42) alrededor del conductor (22) y la varilla deformable (24);
 - c. formar una capa de chaqueta de miembro de resistencia (52) de material polimérico alrededor del conductor (22) y la varilla deformable (24) mientras se asegura que el conductor (22) esté flojo cuando está encerrado dentro de la capa de chaqueta de miembro de resistencia (52);
 - d. calentar y estirar simultáneamente la capa de chaqueta del miembro de resistencia (52), la capa de barrera contra el agua (42), el conductor (22) y la varilla deformable (24) de tal manera que haga que la varilla (24) se vuelva semiblanda para que pueda deformarse permanentemente; y
 - e. enfriar la capa de chaqueta del miembro de resistencia (52), la capa de barrera contra el agua (42), el conductor (22) y la varilla deformable (24) mientras se mantiene la tensión en al menos la capa de chaqueta del miembro de resistencia (52) de modo que la capa junto con las otras capas se enfríen mientras están bajo tensión, de tal manera que todas las capas del cable (20) se alarguen permanentemente mientras también se forman permanentemente en una posición en la que el conductor (22) se entrelaza con la varilla (24); y

caracterizado porque el procedimiento comprende además las etapas de:

 - antes de formar la capa de chaqueta de miembro de resistencia (52), formar una capa de barrera de extrusión (46) que encierra el conductor (22), la varilla (24) y la capa de barrera contra el agua (42), comprendiendo el procedimiento además formar la capa de barrera de extrusión (46) de un material que tiene una temperatura de reblandecimiento más alta que el material de la capa de barrera contra el agua (42), y, comprendiendo el procedimiento además formar la capa de barrera de extrusión (46) a partir de fibras de poliéster trenzadas, por lo que el material fundido de la capa de barrera contra el agua (42) no se extruirá a través de la capa de barrera de extrusión (46) durante el preestiramiento y el termoendurecimiento de las capas de cable.
8. El procedimiento según la reivindicación 7, que comprende además seleccionar formar la capa de chaqueta de miembro de resistencia (52) que comprende una sobretrenzada que comprende fibra polimérica.
9. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, donde las etapas de calentamiento y

estiramiento comprenden además hacer que la capa de barrera de extrusión (46) adopte una forma que soporte y se adapte a la forma interna de la capa de chaqueta del miembro de resistencia (52).

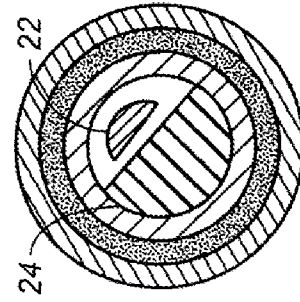
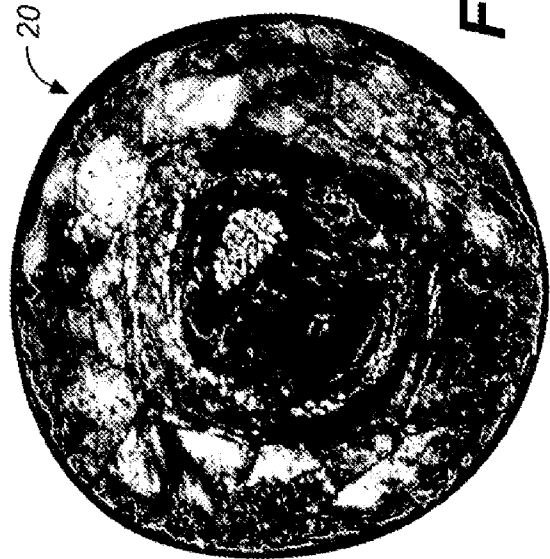
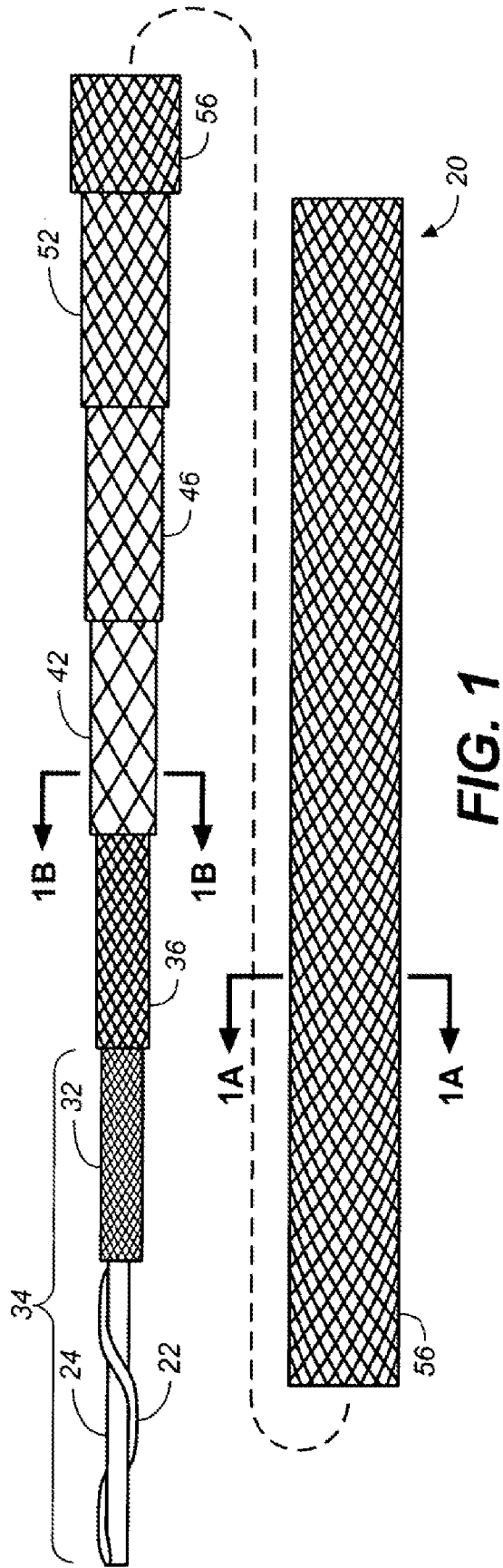
10. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, donde las etapas de calentamiento,
5 estiramiento y enfriamiento comprenden además seleccionar alargar la capa de revestimiento de miembro de resistencia (52) en una cantidad tal que, después de que el cable (20) se enfríe, la capa de chaqueta del miembro de resistencia (52) no pueda estirarse más de un tres y medio por ciento (3,5 %) hasta su rotura.

11. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, donde las etapas de calentamiento y
10 estiramiento comprenden además seleccionar una tensión para el estiramiento para hacer que el conductor (22) se comprima contra la varilla maleable (24) lo suficiente como para desplazar parte de la varilla (24) y hacer que el conductor (22) llegue a ocupar parte del espacio anteriormente ocupado solo por la varilla (24) para que el conductor combinado (22) y la varilla (24) se conviertan en una estructura esencialmente cilíndrica.

15 12. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, donde dicho conductor (22) es un conductor de fibra óptica.

13. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, donde dicho conductor (22) es un conductor eléctrico.

20



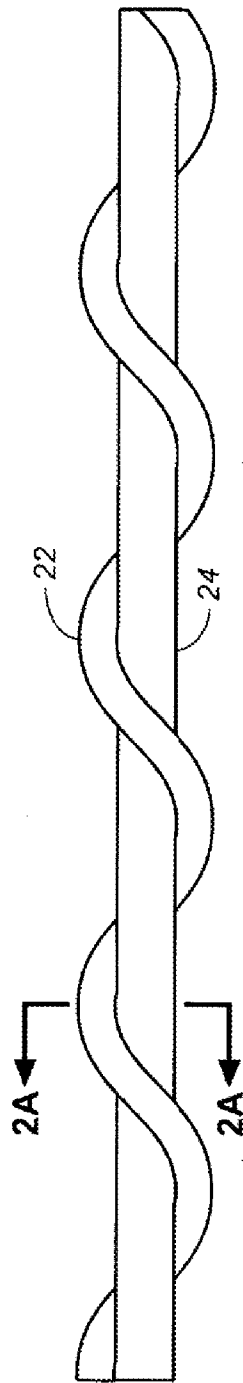


FIG. 2

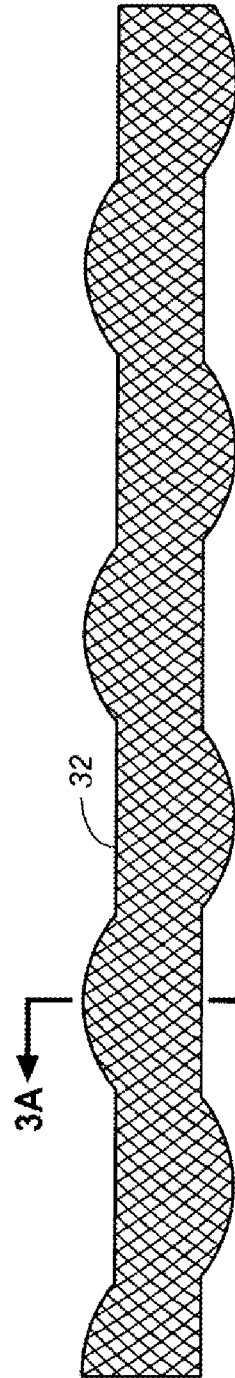


FIG. 3

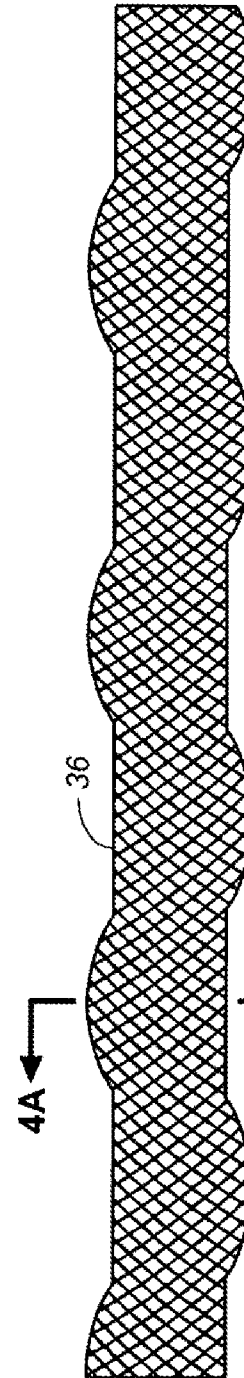


FIG. 4

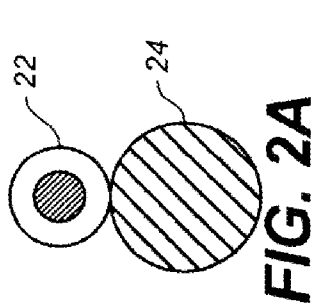


FIG. 2A

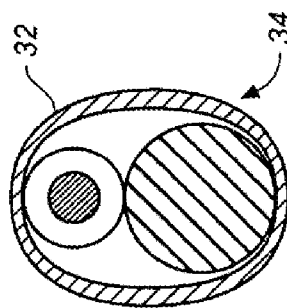


FIG. 3A

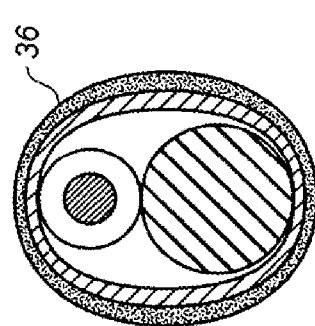
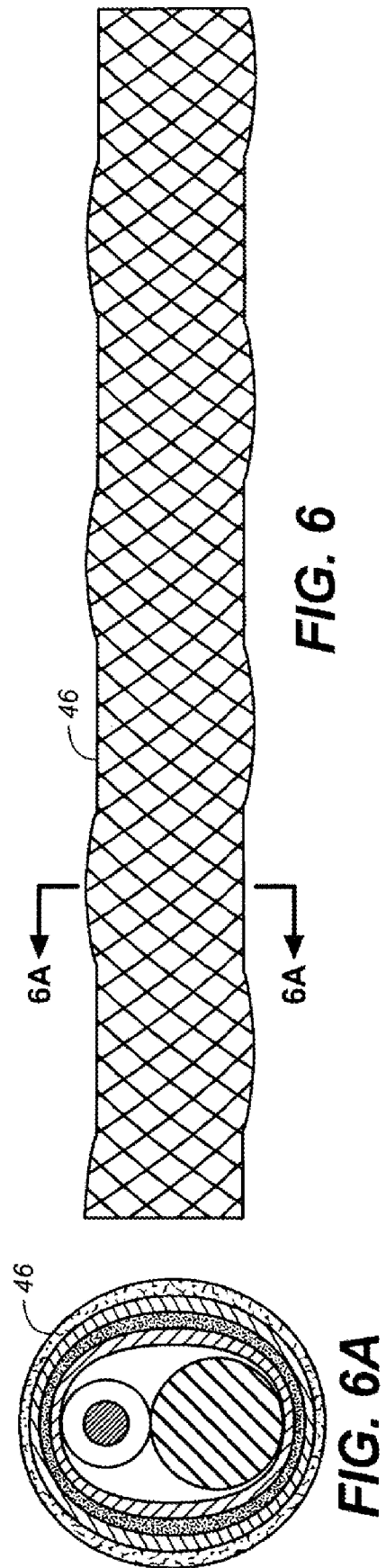
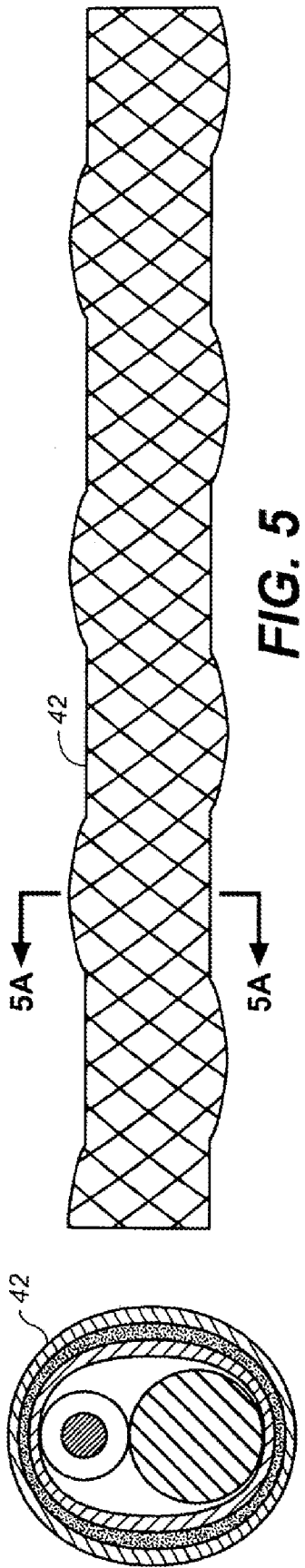
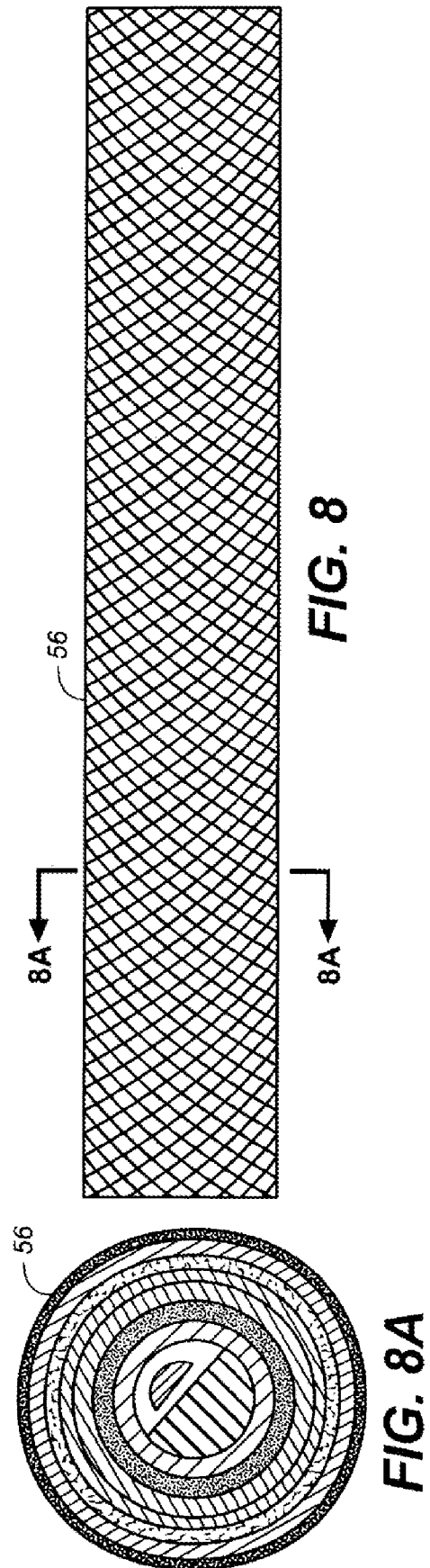
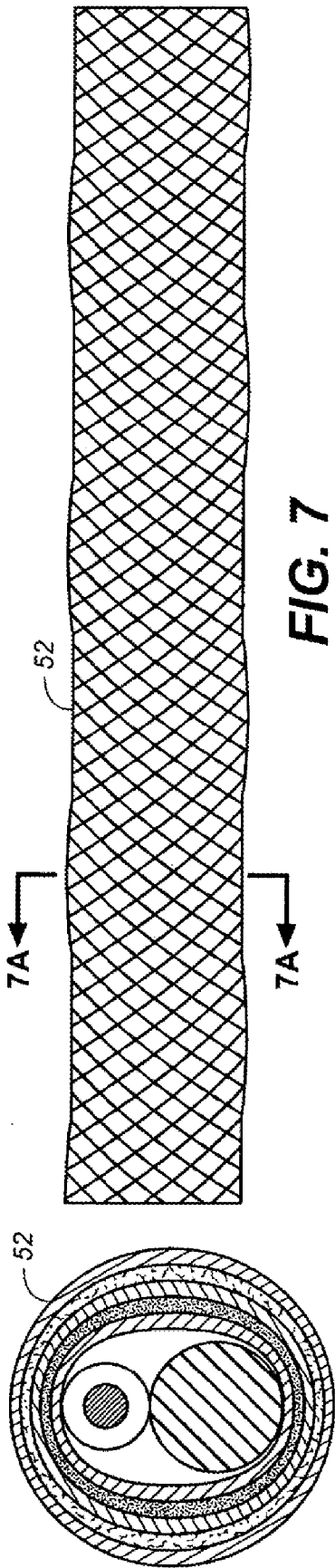


FIG. 4A





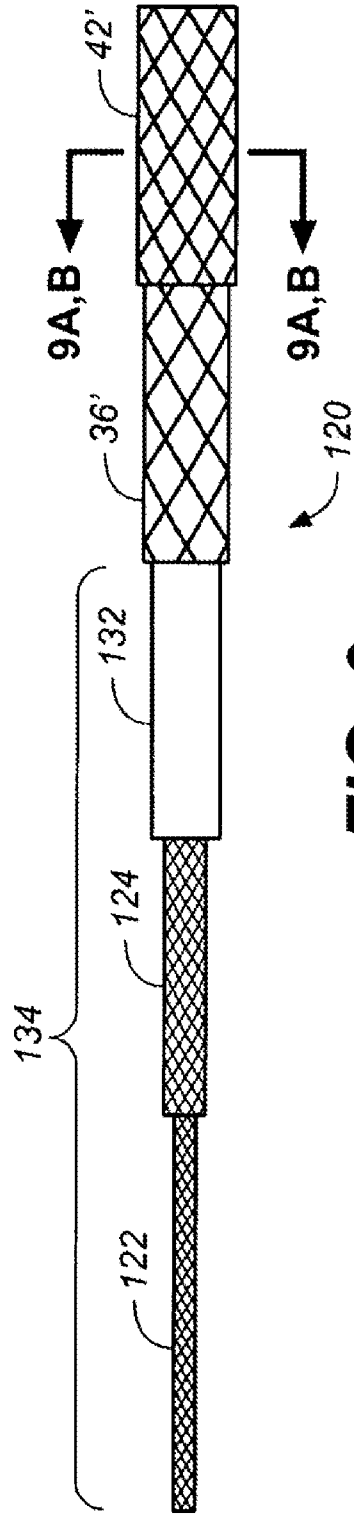


FIG. 9

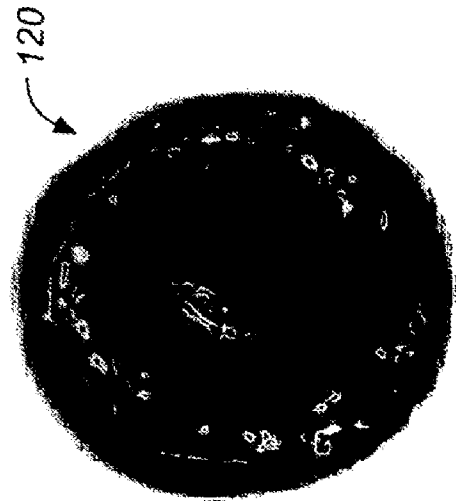


FIG. 9A

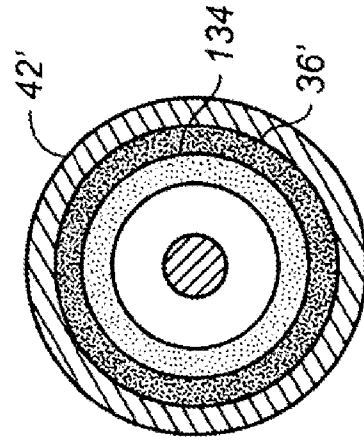


FIG. 9B