

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 066**

51 Int. Cl.:

H01B 7/06 (2006.01)

H01B 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.06.2008 PCT/JP2008/061585**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2009 WO09157070**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2008 E 08777601 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 2293307**

54 Título: **Cable elástico de transmisión de señales**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2017

73 Titular/es:

ASAHI KASEI KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
1-105, Kanda Jinbocho, Chiyoda-ku
Tokyo 101-8101, JP

72 Inventor/es:

TATSUMI, SHUNJI;
YUUKI, YASUNORI y
MAKINO, HIROYUKI

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 644 066 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 elástico de transmisión de señales

5 SECTOR TÉCNICO

La presente invención se refiere a un cable elástico de transmisión de señales que tiene elasticidad y propiedades excelentes de transmisión de señales a alta velocidad.

10 TÉCNICA ANTERIOR

Los cables de transmisión de señales consisten principalmente en cables coaxiales, cables de par trenzado y cables planos flexibles. Los ejemplos conocidos de cables que tienen una flexibilidad y una capacidad de curvado excelentes incluyen un cable plano flexible que usa una resina de poliolefina para una capa escasamente conductora (véase el documento de patente 1), y un cable plano flexible en el que está enrollada una placa de circuito impreso flexible en forma de espiral alrededor de un material de núcleo (véase el documento de patente 2). Sin embargo, aunque estos dos cables son resistentes a la curvatura, no muestran elasticidad.

En el caso del diseño de un cable de transmisión de señales a alta velocidad, se sabe que la distancia entre dos alambres conductores y el material dieléctrico que rodea a los alambres conductores afecta a las propiedades de transmisión. Por consiguiente, es una práctica común mantener una distancia constante entre los dos alambres conductores mediante inmovilización con resina y similares, mientras que todavía no se ha considerado la idea de enrollar por separado dos alambres conductores independientes que muestran elasticidad para transmitir señales.

Por otra parte, aunque los cables coaxiales normalmente son rígidos y se sabe que se les confiere elasticidad formándolos como un denominado cable rizado, ninguno de estos cables coaxiales tiene elasticidad mediante enrollado alrededor de un material de núcleo elástico.

Además, los cables de par trenzado consisten en retorcer estrechamente dos alambres conductores, y a ninguno de estos cables se les ha conferido elasticidad.

Además, en el documento de patente 3 se da a conocer un ejemplo de un alambre elástico en forma de un procedimiento que usa un aparato de recubrimiento para enrollar dos alambres conductores mediante torsión S/Z (dos sentidos) alrededor de un material de núcleo tal como una fibra elástica larga, seguido por el empaquetado de una serie de alambres enrollados en un alambre único. Según este documento de patente, se da a conocer que este alambre elástico puede usarse como cables de audífono o cables individuales de USB. Sin embargo, no hay ninguna descripción en cuanto a las propiedades de transmisión.

Cuando un alambre conductor se enrolla en un sentido alrededor de un material de núcleo elástico, permanece una gran cantidad del par de enrollamiento dando como resultado la aparición de torsión. Por consiguiente, en el caso de enrollar dos alambres conductores alrededor de un material de núcleo elástico, los alambres normalmente son enrollados mediante torsión S/Z (en dos sentidos).

Aunque el documento de patente 6, que se refiere a un filamento de transmisión de señales, describe al efecto, que un hilo de transmisión de señales se enrolla alrededor de un material de núcleo, esto consiste en enrollar un alambre individual metálico tal como se ejemplifica mediante alambre de cobre plano, y no consiste en enrollar dos o más alambres conductores. Además, no hay descripción en relación con las propiedades de transmisión, y según los hallazgos de los inventores de la presente invención, este cable no puede realizar una transmisión de señales a alta velocidad.

Con respecto a los procedimientos usados para conectar un soporte elástico y un alambre, aunque se da a conocer una tecnología para enrollar un alambre alrededor de un soporte elástico en el documento de patente 7, este documento da a conocer tecnología para un componente de conexión, pero no da a conocer tecnología para su uso como un cable, y no contiene ninguna descripción en cuanto a las propiedades de transmisión o elasticidad.

Aunque el documento de patente 8, que se refiere a un cable de una pala de rotor, describe al efecto, que un alambre conductor se enrolla alrededor de un cuerpo elástico, esto tiene una tensión elevada pero no tiene elasticidad.

El documento U.S.A. 4.684.349 da a conocer un cable de transmisión elástico que comprende un cuerpo cilíndrico elástico que tiene una elasticidad del 10% o más y una parte conductora que contiene al menos dos alambres conductores enrollados en el mismo sentido alrededor del cuerpo cilíndrico elástico.

Recientemente, junto con el notable progreso realizado en las áreas de la robótica y de los dispositivos electrónicos llevables, hay un número creciente de casos que requieren un intercambio instantáneo de imágenes (imágenes de vídeo) obtenidas con una cámara con un procesador aritmético (ordenador) (o en otras palabras, transmisión de

señales a alta velocidad).

5 Sin embargo, puesto que los cables de transmisión de señales carecen de elasticidad, se requiere que la longitud de los alambres en las ubicaciones de las curvas (tales como las articulaciones de un robot) sea igual o más larga que la longitud máxima durante el funcionamiento. Por consiguiente, se producen problemas tales como el pandeo del cable durante el funcionamiento, cables que resultan pellizcados o atrapados en partes de la curva produciendo desconexiones en ellos, y cables que se desconectan de los conectores.

10 Además, en el caso de los dispositivos electrónicos llevables, puesto que el cableado carece de elasticidad, estos dispositivos requieren el uso de una funda grande y similares, dando de ese modo como resultado problemas tales como no poder obtener dispositivos electrónicos llevables que se ajusten estrechamente al contorno del cuerpo o que produzcan incomodidad cuando se llevan.

15 Con el fin de resolver estos problemas, existe la necesidad de un cable desde varios centímetros a varios metros de longitud que tenga capacidad de seguimiento de la deformación de la forma y que permita la transmisión de señales a alta velocidad.

Documento de patente 1: publicación de la patente japonesa n.º 2008-47505 no examinada

20 Documento de patente 2: publicación de la patente japonesa n.º 2007-149346 no examinada

Documento de patente 3: publicación de la patente japonesa n.º 2002-313145 no examinada

25 Documento de patente 4: publicación de la patente japonesa n.º 2004-134313 no examinada

Documento de patente 5: publicación de la patente japonesa n.º S60-119013 no examinada

Documento de patente 6: patente japonesa n.º 3585465

30 Documento de patente 7: publicación de la patente japonesa n.º 2005-347247 no examinada

Documento de patente 8: solicitud de patente U.S.A. n.º 2007/264124

35 EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

[Problemas a resolver por la invención]

40 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un cable elástico de transmisión de señales que tenga una longitud desde varios centímetros a varios metros que tenga capacidad de seguimiento de la deformación de la forma y que permita la transmisión de señales a alta velocidad.

[Medios para resolver los problemas]

45 Como resultado de realizar una amplia investigación sobre un cable que se deforma para seguir una amplia variedad de movimientos y que también pueda realizar la transmisión de señales a alta velocidad, los inventores de la presente invención descubrieron que un cable elástico de transmisión de señales, que tiene una elasticidad del 10% o más y una pérdida de transmisión de 10 dB/m o menos en estado sin tensión a 250 MHz, y compuesto por un cuerpo cilíndrico elástico que tiene una elasticidad del 10% o más y una parte conductora que contiene al menos dos alambres conductores enrollados en el mismo sentido alrededor del cuerpo cilíndrico elástico, puede lograr el objetivo mencionado anteriormente, llevando de ese modo a completar la presente invención.

50 Concretamente, la presente invención da a conocer las siguientes invenciones:

55 (1) un cable elástico de transmisión de señales que tiene una elasticidad del 10% o más y una pérdida de transmisión de 7 dB/m o menos en estado sin tensión a 250 MHz, y que comprende un cuerpo cilíndrico elástico que tiene una elasticidad del 10% o más y una parte conductora que contiene al menos dos alambres conductores enrollados en el mismo sentido y un cuerpo filamentosamente aislante enrollado en el sentido opuesto al de los alambres conductores alrededor del cuerpo cilíndrico elástico, en el que el cuerpo filamentosamente aislante pasa alternativamente a través de un espacio entre el cuerpo cilíndrico elástico y uno o una serie de alambres conductores y el exterior de uno solo o de una serie de alambres conductores adyacentes a los alambres conductores.

(2) El cable elástico de transmisión de señales según (1), en el que un cuerpo filamentosamente aislante adicional está interpuesto entre los alambres conductores.

65 (3) El cable elástico de transmisión de señales según (1) o (2), en el que la variación r en el intervalo entre alambres conductores proximales es de tal manera que $0 \leq r \leq 4d$ (en que d es el intervalo medio entre alambres conductores

proximales cuando están sin tensiones), el intervalo medio d' cuando se tensa mediante un tensado arbitrario hasta el límite de tensado está dentro del intervalo de $1/2d$ a $4d$, y no hay desviación con respecto a este intervalo ni siquiera con un tensado repetido.

5 (4) El cable elástico de transmisión de señales según cualquiera de (1) a (3), en el que el diámetro enrollado de los alambres conductores es de 0,05 a 30 mm y el paso de enrollado de los alambres conductores es de 0,05 a 50 mm y el intervalo entre alambres conductores proximales es 0,01 a 20 mm.

10 (5) El cable elástico de transmisión de señales según cualquiera de (1) a (4), que tiene además una capa de recubrimiento externa compuesta por una fibra aislante alrededor del exterior de la parte conductora.

(6) El cable elástico de transmisión de señales según cualquiera de (1) a (4), que tiene además una capa de recubrimiento externa compuesta por una resina que tiene una elasticidad como de caucho alrededor del exterior de la parte conductora.

15 (7) El cable elástico de transmisión de señales según cualquiera de (1) a (6), en el que la carga de tensado del 20% es menor de 5000 cN, y la tasa de recuperación del tensado del 20% es del 50% o más.

20 (8) Un procedimiento de fabricación del cable elástico de transmisión de señales según (1), que comprende: enrollar una serie de alambres conductores en el mismo sentido alrededor del cuerpo cilíndrico elástico con el cuerpo cilíndrico elástico en estado tensado, y enrollar adicionalmente al menos un cuerpo filamentosos aislante alrededor del cuerpo cilíndrico elástico en el sentido opuesto al de los alambres conductores, a la vez que se hace pasar alternativamente a través de un espacio entre el cuerpo cilíndrico elástico y uno o una serie de alambres conductores y el exterior de uno o una serie de alambres conductores adyacentes a los alambres conductores, usando un aparato que tiene la función de tensar el cuerpo cilíndrico elástico, la función de enrollar una serie de alambres conductores en el mismo sentido alrededor del cuerpo cilíndrico elástico, y la función de enrollar al menos un cuerpo filamentosos en el sentido opuesto al sentido anterior.

30 (9) Un procedimiento de fabricación del cable elástico de transmisión de señales según (2), que comprende: enrollar una serie de alambres conductores y un cuerpo filamentosos aislante interpuesto entre los alambres conductores en el mismo sentido alrededor del cuerpo cilíndrico elástico con el cuerpo cilíndrico elástico en estado tensado, y enrollar adicionalmente al menos un cuerpo filamentosos aislante alrededor del cuerpo cilíndrico elástico en el sentido opuesto al de los alambres conductores a la vez que se hace pasar alternativamente a través de un espacio entre el cuerpo cilíndrico elástico y uno o una serie de alambres conductores y el exterior de uno o una serie de alambres conductores adyacentes a los alambres conductores, usando un aparato que tiene la función de tensar el cuerpo cilíndrico elástico, la función de enrollar una serie de alambres conductores y al menos un cuerpo filamentosos en el mismo sentido alrededor del cuerpo cilíndrico elástico, y la función de enrollar al menos un cuerpo filamentosos en el sentido opuesto al sentido anterior.

40 [Efectos de la invención]

El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención es útil como cable de transmisión para robots o dispositivos electrónicos llevables dado que puede difundir señales a alta velocidad sin producir alteración o atenuación de las señales, tiene elasticidad y tiene capacidad de seguimiento de la deformación de la forma.

45 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático del cable elástico de transmisión de señales de la presente invención cuando está sin tensión.

50 La figura 2 es un diagrama esquemático del cable elástico de transmisión de señales de la presente invención cuando está tensado.

55 La figura 3 es un dibujo que muestra un ejemplo de un procedimiento para enrollar un cuerpo filamentosos aislante del cable elástico de transmisión de señales de la presente invención.

La figura 4 es un dibujo que muestra un ejemplo de otro procedimiento para enrollar un cuerpo filamentosos aislante del cable elástico de transmisión de señales de la presente invención.

60 La figura 5 es un diagrama esquemático de un aparato de medición de la elasticidad repetitiva.

La figura 6 es un dibujo que explica un procedimiento para medir la impedancia característica diferencial.

65 [Explicación de los símbolos de referencia]

1 Cuerpo cilíndrico elástico

- 2 Alambre conductor
- 5 3 Alambre conductor
- 4 Cuerpo filamentosamente aislante
- 11 Alambre conductor
- 10 12 Línea de señales
- 13 Línea de señales
- 14 Alambre conductor
- 15 20 Muestra
- 21 Parte de mordaza
- 20 22 Parte de mordaza
- 23 Varilla de acero inoxidable
- 30 Conector SMA
- 25 31 Terminal de señales
- 32 Terminal de tierra
- 30 40 Conector SMA
- 41 Terminal de señales
- 42 Terminal de tierra
- 35 a, a' Paso del alambre conductor
- d, d' Intervalo del alambre conductor proximal

40 MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

A continuación se proporciona una explicación detallada de la presente invención.

45 En el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención, es imperativo que exista poco cambio en la distancia entre dos alambres conductores que sirven de líneas de señales en toda su longitud aunque el cable se tense con el fin de difundir señales de alta frecuencia sin producir alteración o atenuación de las mismas. Además, con el fin de mostrar elasticidad, se requiere que se integren alambres conductores altamente flexibles con una estructura elástica. Los inventores de la presente invención descubrieron que un cable de transmisión de señales, que se obtiene enrollando al menos dos alambres conductores en el mismo sentido alrededor de un cuerpo cilíndrico elástico que tiene una elasticidad del 10% o más, satisface estos requisitos.

50 Es necesario que el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención muestre una elasticidad del 10% o más, preferentemente del 20% o más y más preferentemente del 30% o más. Si la elasticidad es menor del 10%, la capacidad de seguimiento de la deformación se vuelve deficiente y no puede lograrse el objetivo mencionado anteriormente. En el presente documento, elasticidad se refiere a aquella para que la tasa de recuperación obtenida mediante tensado en un grado estipulado, tal como del 10%, seguido por sin tensado, es del 50% o más.

60 El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención se utiliza para el cableado que pasa a través de partes equivalentes a articulaciones con el fin de usarse como cableado en robots articulados y dispositivos electrónicos llevados en el cuerpo. Por consiguiente, tiene una longitud objetivo de 1 m. Además, se requiere que tenga una pérdida de transmisión de 10 dB/m o menos a una alta frecuencia de 250 MHz para la transmisión de señales a alta velocidad. Pérdida de transmisión en la presente invención se refiere a un valor absoluto de un valor (unidades: dB) obtenido midiendo un parámetro S21 (S21: coeficiente de transmisión = onda de transmisión / onda incidente) entre parámetros S medidos para una longitud de muestra de 1 m con un denominado analizador de redes. En el caso de una pérdida de transmisión igual a o mayor que este nivel de pérdida de transmisión, las

propiedades de transmisión se vuelven deficientes haciendo que el cable sea inadecuado para la transmisión a alta velocidad. La pérdida de transmisión es preferentemente de 7 dB/m o menos, más preferentemente de 6 dB/m o menos, y de manera particularmente preferente de 5 dB/m o menos.

5 Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención está compuesto por un cuerpo -1- cilíndrico elástico, que tiene una elasticidad del 10% o más, y una parte conductora que contiene al menos dos alambres -2- y -3- conductores enrollados en el mismo sentido alrededor del cuerpo cilíndrico elástico. Además, también tiene una capa de recubrimiento externa aislante alrededor del exterior de la parte conductora (la capa de recubrimiento externa no se muestra en los dibujos). Además, al menos una parte de los alambres conductores puede estar presente en el interior de la capa superficial del cuerpo cilíndrico elástico.

El cuerpo cilíndrico elástico puede estar formado por una fibra elástica larga, un tubo elástico o un muelle helicoidal y similares.

15 Además, el cuerpo cilíndrico elástico tiene preferentemente un espacio vacío en su interior. El espacio vacío tiene el efecto de reforzar la elasticidad puesto que aumenta el diámetro enrollado de los alambres conductores sin inhibir la elasticidad. Los ejemplos de procedimientos para formar el espacio vacío incluyen un procedimiento en el que se dispone una fibra aislante alrededor de una fibra elástica larga, un procedimiento que consiste en trenzar una fibra elástica larga o cuerpo filamentosos en el que está dispuesta una fibra aislante alrededor de una fibra elástica larga, un procedimiento que consiste en recubrir con espuma una fibra elástica larga, un procedimiento en el que se hace que una fibra elástica larga sea hueca, y una combinación de los mismos. En el caso de formar el cuerpo cilíndrico elástico a partir de un tubo elástico o de un muelle helicoidal, el tubo elástico o el muelle helicoidal naturalmente es hueco.

25 Se requiere que la fibra elástica larga usada para formar el cuerpo cilíndrico elástico tenga una elasticidad del 10% o más, y preferentemente que tenga una elasticidad del 50% o más. Si la elasticidad es menor del 50%, el comportamiento elástico es deficiente y aumenta la tensión cuando se tensa el cable elástico de transmisión de señales. Más preferentemente, se usa una fibra elástica larga que tiene una elasticidad del 100% o más, aunque se usa de manera particularmente preferente la que tiene una elasticidad del 300% o más.

30 No hay limitaciones particulares en cuanto al tipo de polímero de la fibra elástica larga usada en la presente invención siempre que tenga una gran elasticidad del grado descrito anteriormente. Los ejemplos de fibras elásticas largas incluyen fibra elástica larga a base de poliuretano, fibra elástica larga a base de poliolefina, fibra elástica larga a base de poliéster, fibra elástica larga a base de poliamida, fibra elástica larga a base de caucho natural, fibra elástica larga a base de caucho sintético y fibra elástica larga a base de caucho compuesto formado por caucho natural y caucho sintético.

Las fibras elásticas largas a base de poliuretano son óptimas para su uso como la fibra elástica larga de la presente invención puesto que tienen un gran alargamiento y una durabilidad excelente.

40 Las fibras elásticas largas a base de caucho natural tienen menos tensión por área de sección transversal que otras fibras elásticas largas, y tienen la ventaja de permitir que se obtenga fácilmente un cable elástico de transmisión de señales que se tensa con poca tensión. Sin embargo, puesto que estas fibras elásticas largas son propensas a deterioro, es difícil mantener la elasticidad de un período de tiempo prolongado. Por tanto, estas fibras elásticas largas son preferentes para aplicaciones que tienen como objetivo una utilización a corto plazo.

Aunque las fibras elásticas largas a base de caucho sintético tienen una durabilidad excelente, es difícil obtener productos que tengan un gran alargamiento. Por tanto, estas fibras elásticas largas son preferentes para aplicaciones que no requieren un alargamiento excesivamente grande.

50 La fibra elástica larga puede ser un monofilamento o un multifilamento.

El diámetro de la fibra elástica larga está preferentemente dentro del intervalo de 0,01 a 20 mm, más preferentemente de 0,02 a 10 mm e incluso más preferentemente de 0,03 a 5 mm. En el caso de que el diámetro sea de 0,01 mm o menos, no se obtiene elasticidad, mientras que si el diámetro supera los 20 mm, se requiere una gran fuerza para el tensado.

60 La integración del cuerpo cilíndrico elástico y la parte conductora (para impedir que la parte conductora cambie de posición cuando se tensa) puede facilitarse usando de manera previa una fibra de dos cabos o de torsión múltiple para la fibra elástica larga o usando la fibra elástica larga como núcleo y enrollando una fibra elástica larga diferente a su alrededor.

65 El muelle helicoidal usado para formar el cuerpo cilíndrico elástico en la presente invención puede ser un muelle helicoidal no metálico o un muelle helicoidal metálico. Un muelle helicoidal no metálico tiene poco efecto en las propiedades de transmisión. Los muelles helicoidales metálicos no se deterioran a altas temperaturas y son adecuados para aplicaciones que implican la utilización en entornos a alta temperatura. El muelle conformado

helicoidal puede ser diseñado de manera adecuada según de acuerdo con la máquina de bobinado seleccionada y ajustando las condiciones de la máquina de bobinado seleccionada.

5 En el caso de un muelle helicoidal único, puesto que los alambres conductores no pueden ser enrollados en la periferia del mismo, se puede obtener un cuerpo cilíndrico elástico formando el trenzado y similar de las fibras aislantes alrededor del muelle helicoidal de antemano.

10 La relación entre el diámetro de espira Cd y el diámetro del alambre tensado Sd (en referencia al material de alambre que forma la espira) es preferentemente de tal manera que $24 > Cd/Sd > 4$. En el caso de que Cd/Sd sea de 24 o más, no puede obtenerse un muelle de una forma estable y se deforma fácilmente, haciendo de ese modo que no sea deseable. El valor de Cd/Sd es preferentemente de 16 o menos. Por otra parte, si el valor de Cd/Sd es de 4 o menos, además de ser difícil formar espiras, también es difícil que el muelle muestre elasticidad. Por tanto, el valor de Cd/Sd es preferentemente de 6 o más.

15 El diámetro del alambre tensado Sd es preferentemente de 3 mm o menos. Si es de 3 mm o más, el muelle resulta pesado y la tensión por tensado y el diámetro de espira también aumentan, haciendo de ese modo que no sea deseable. Por otra parte, si el diámetro del alambre tensado es de 0,01 mm o menos, el muelle que puede formarse es excesivamente débil, se deforma fácilmente cuando es sometido a una fuerza lateral y no es práctico.

20 El intervalo del paso de espira es preferentemente de $1/2 Cd$ o menos. Aunque es posible formar un muelle helicoidal con un intervalo mayor que este, se hace difícil formar un trenzado de las fibras aislantes y similares alrededor de la periferia de las espiras. Además, la elasticidad disminuye y hay una propensión al aumento de la deformación por una fuerza externa, haciendo de ese modo que no sea deseable. El intervalo de paso de espira es más preferentemente de $1/10 Cd$ o menos.

25 Un muelle helicoidal en el que el intervalo de paso sea casi de cero tiene las características de poder demostrar la mayor elasticidad, ser resistente al enmarañado del propio muelle, y facilitar la extracción de un muelle enrollado, a la vez que también ofrece la ventaja de ser resistente a la deformación por fuerzas externas, haciendo de ese modo que sea deseable.

30 El diámetro de espira está preferentemente dentro del intervalo de 0,02 a 30 mm, más preferentemente de 0,05 a 20 mm e incluso más preferentemente de 0,1 a 10 mm. Es difícil fabricar un muelle helicoidal que tenga un diámetro externo de 0,02 mm o menos, mientras que el diámetro enrollado de los alambres conductores resulta excesivamente grande si el diámetro de espira supera 30 mm, haciendo de ese modo que no sea deseable.

35 El material del muelle helicoidal puede ser seleccionado arbitrariamente a partir de materiales de alambre tensado conocidos. Los ejemplos de materiales de alambre tensado incluyen cuerda de piano, alambre de acero duro, alambre de acero inoxidable, alambre templado en aceite, alambre de bronce fosforado, alambre de berilio-cobre y alambre de níquel-plata. El alambre de acero inoxidable es preferente desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión y la resistencia al calor excelentes, así como de su disponibilidad.

40 El tubo elástico tiene un espacio vacío en su interior y puede usarse tal cual como un cuerpo cilíndrico elástico o puede usarse como un cuerpo cilíndrico elástico tras la formación de una capa de fibras sobre la capa exterior del tubo elástico. Puesto que el tubo elástico se daña fácilmente si se realiza un contacto directo entre los alambres conductores y el tubo elástico, se forma preferentemente una capa de fibras sobre la capa exterior del tubo elástico.

45 Además, los alambres conductores también pueden ser incrustados en el interior del tubo elástico. Por ejemplo, tras el enrollado de los alambres conductores alrededor de un núcleo de acero inoxidable y sumergiéndolos o recubriéndolos con látex de caucho, los alambres conductores pueden ser incrustados en el tubo elástico extrayendo el núcleo de acero inoxidable del interior tras llevar a cabo un procedimiento conocido (tal como un tratamiento de vulcanización, un tratamiento térmico o un tratamiento de secado).

50 Se requiere que la elasticidad del cuerpo cilíndrico elástico sea del 10% o más, preferentemente del 30% o más y más preferentemente del 50% o más. En el caso que la elasticidad sea menor del 30%, puede disminuir el alargamiento debido al recubrimiento de la parte conductora y la capa de recubrimiento externa, dando como resultado un cable de transmisión de señales que tiene poca elasticidad.

55 La carga de tensado al 20% del cuerpo cilíndrico elástico es preferentemente de 5000 cN o menos, más preferentemente de 2000 cN o menos y de manera particularmente preferente de 1000 cN o menos.

60 El diámetro del cuerpo cilíndrico elástico es de 30 mm o menos, preferentemente de 20 mm o menos y más preferentemente de 10 mm o menos. Si el diámetro es de 30 mm o más, el cuerpo cilíndrico elástico resulta grueso y pesado, lo que no es preferente en lo que se refiere al uso práctico.

65 Los alambres conductores usados en la presente invención son preferentemente alambres trenzados de filamentos compuestos por una sustancia que tenga una conductividad eléctrica satisfactoria. Puesto que los alambres

trenzados de alambres metálica finos son blandos y resistentes a la rotura, contribuyen a la elasticidad del cable elástico de transmisión de señales y a la mejora de la durabilidad.

5 Aunque pueden usarse filamentos solos como alambres conductores que componen los alambres de señal, las propiedades de transmisión disminuyen si la resistencia eléctrica resulta excesivamente grande. Por consiguiente, los alambres se usan preferentemente trenzando dos o más filamentos para conseguir un alambre conductor individual. No hay límite superior concreto en cuanto al número de hebras, y puede establecerse arbitrariamente considerando la flexibilidad y la resistencia eléctrica. Puesto que el aumento del número de hebras produce una
10 disminución de la productividad, el número de hebras es preferentemente de 10.000 o menos y más preferentemente de 1.000 o menos.

Una sustancia que tiene una conductividad eléctrica satisfactoria se refiere a un conductor eléctrico que tiene una resistencia específica de $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ o menos, y de manera particularmente preferente un metal que tenga una resistencia específica de $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ o menos. Los ejemplos específicos de los mismos incluyen cobre (resistencia específica: $0,2 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$) y aluminio (resistencia específica: $0,3 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$).
15

El alambre de cobre es el más preferente puesto que es comparativamente económico, tiene baja resistencia eléctrica y puede conformarse fácilmente para dar filamentos. El alambre de aluminio es el siguiente más preferente tras el alambre de cobre debido a su peso ligero. Aunque los tipos comunes de alambre de cobre incluyen alambre de cobre recocido y alambre de aleación de cobre-estaño, también puede usarse alambre de aleación de cobre fuerte que tiene una resistencia mecánica reforzada (tal como en el que se han añadido hierro, fósforo o indio y similares a cobre libre de oxígeno), alambre de cobre que se evita que se oxide mediante electrodeposición con estaño, oro, plata o platino, o que se ha tratado superficialmente con oro u otro elemento con el fin de mejorar las propiedades de transmisión de señales eléctricas, aunque no se limita a ellos.
20

El diámetro del alambre individual de los filamentos que componen los alambres conductores es preferentemente de 0,5 mm o menos, más preferentemente de 0,1 mm o menos y de manera particularmente preferente de 0,05 mm o menos. La reducción del diámetro de los filamentos posibilita reforzar la flexibilidad. Además, la reducción del diámetro de los filamentos posibilita aumentar el área superficial y reforzar las propiedades de transmisión con respecto a los efectos peliculares característicos de las altas frecuencias. Puesto que una reducción excesiva del diámetro del alambre individual da como resultado un aumento de la propensión a la rotura durante el procesamiento, el diámetro del alambre individual es preferentemente de 0,01 mm o más.
25

Se conocen diversos procedimientos para trenzar filamentos y asimismo se puede utilizar cualquier procedimiento conocido para trenzar filamentos en la presente invención. Sin embargo, puesto que tirar simplemente de los filamentos para dar alambres rectos hace que el enrollamiento sea difícil, los filamentos están preferentemente en forma de alambres trenzados. Además, también pueden usarse alambres trenzados enrollados con una fibra aislante con el fin de mostrar flexibilidad.
30

Cada filamento o alambre conductor está aislado preferentemente en los alambres conductores usados en la presente invención. El grosor y el tipo de la capa aislante están diseñados arbitrariamente según la aplicación del cable elástico de transmisión de señales.
35

El material aislante se selecciona considerando las propiedades de aislamiento, las propiedades de transmisión y de flexibilidad. El material aislante puede seleccionarse arbitrariamente de entre material aislantes conocidos.
40

Puede usarse un denominado agente de recubrimiento de esmalte como material aislante que aísla y cubre cada filamento. Los ejemplos de agentes de recubrimiento de esmalte incluyen agentes de recubrimiento de poliuretano, agentes de recubrimiento de poliuretano-nailon, agentes de recubrimiento de poliéster, agentes de recubrimiento de poliéster-nailon, agentes de recubrimiento de poliesterimida y agentes de recubrimiento de poliesterimida-amida.
45

El material aislante usado para aislar y cubrir los alambres conductores es preferentemente un material que tiene una constante dieléctrica baja desde el punto de vista de las propiedades de transmisión, ejemplos del cual incluyen materiales aislantes a base de flúor y a base de poliolefina. Los materiales aislantes a base de cloruro de vinilo y a base de caucho son ejemplos preferentes desde el punto de vista de la flexibilidad.
50

También se puede utilizar un material aislante que contenga aire. Pueden usarse productos espumosos de los materiales aislantes mencionados anteriormente para obtener un material aislante que contenga aire. El aire tiene una constante dieléctrica baja y tiene el efecto de disminuir la constante dieléctrica.
55

También puede formarse una capa aislante que contenga aire cubriendo los alambres conductores con un conjunto de fibras aislantes. Aunque no existen limitaciones concretas en cuanto a las fibras aislantes, las fibras de poliéster y las fibras de nailon son ejemplos de fibras aislantes que son económicas, tienen alta resistencia mecánica y tienen una facilidad de manipulación excelente. También pueden usarse fibras de flúor y fibras de polipropileno que tienen una constante dieléctrica baja para reforzar las propiedades de transmisión. También pueden usarse fibras cortadas de seda, algodón o rayón.
60

Con el fin de disminuir la propensión a los efectos de la humedad, también pueden usarse fibras que han sido sometidas a un proceso de repelencia al agua.

- 5 Los alambres conductores también pueden ser cubiertos con un material aislante que contenga aire en forma de una cinta compuesta por papel aislante o material textil sin tejer aislante. También pueden ser impregnados con un agente oleoso aislante para reforzar las propiedades de aislamiento.

10 El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención puede obtenerse enrollando dos o más alambres conductores en el mismo sentido alrededor de un cuerpo cilíndrico elástico que tenga una elasticidad del 10% o más.

15 Los alambres conductores se enrollan preferentemente en paralelo. El enrollado en paralelo se refiere a la situación en la que los alambres conductores se enrollan en el mismo sentido sin cruzarse ni solaparse entre sí, y preferentemente tampoco sin ningún solapamiento parcial. Las partes solapadas producen una disminución en las propiedades de transmisión a la vez que también producen roturas durante un tensado repetido, haciéndolas de ese modo no deseables. Además, el enrollado de los alambres conductores en paralelo facilita la obtención de un cable elástico de transmisión de señales que tiene un tamaño compacto y una gran elasticidad.

20 De manera convencional, el enrollamiento S/Z conocido produce una disminución en las propiedades de transmisión debido a ubicaciones donde el intervalo entre los alambres conductores casi llega a cero y ubicaciones en las que el intervalo aumenta considerablemente. Además, las partes que se cruzan se rozan entre sí debido al tensado dando como resultado un aumento de la propensión al cortocircuito y a la rotura, haciendo de ese modo que no sean deseables en lo que se refiere a un uso práctico.

25 El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención preferentemente retiene aire entre cada alambre conductor. El aire es un medio que tiene una constante dieléctrica baja, y tiene el efecto de reforzar las propiedades de transmisión.

30 Con el fin de retener aire, puede interponerse un cuerpo filamentosos compuesto por una fibra aislante entre los alambres conductores, puede interponerse un tubo hueco entre los alambres conductores o puede cubrirse la totalidad de los alambres conductores con una resina espumable.

35 El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención también se puede obtener enrollando un cable microcoaxial alrededor del cuerpo cilíndrico elástico. Un cable microcoaxial está compuesto por un conductor central y sustancialmente dos alambres conductores de un conductor que lo rodea, y puede considerarse que los dos alambres conductores están enrollados en el mismo sentido. Los cables microcoaxiales mantienen el material dieléctrico entre los conductores en una situación constante, haciendo posible de ese modo reducir la pérdida de transmisión.

40 El cable microcoaxial tiene preferentemente un grosor comprendido dentro de 3 mm. De manera particularmente preferente se usa un cable microcoaxial que tiene una alta capacidad de curvado y de flexibilidad. El radio de curvatura permisible es preferentemente de 10 mm o menos y más preferentemente de 5 mm o menos. En el caso de que el radio de curvatura sea de 10 mm o más, el diámetro enrollado resulta excesivamente grande o la elasticidad disminuye.

45 El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención también puede obtenerse enrollando un denominado cable de par trenzado alrededor del cuerpo cilíndrico elástico. También puede enrollarse un cable de par trenzado con otro cable de par trenzado o puede ser enrollado con otro alambre conductor y otro cable de par trenzado. En el caso de enrollar una serie de cables de par trenzado, se enrollan preferentemente los que tienen pasos de torsión diferentes. El uso de cables de par trenzado que tienen el mismo paso da como resultado un aumento de la propensión a la aparición de la denominada diafonía. En cualquier caso, se requiere que los cables sean enrollados en el mismo sentido. Los cables enrollados en dos sentidos dan como resultado partes solapadas entre los alambres conductores dando como resultado una disminución de las propiedades de transmisión, y no son adecuados para la transmisión a alta velocidad. Además, el enrollado en dos sentidos también da como resultado un aumento de la propensión a la rotura debido al tensado repetido, impidiéndose de ese modo que se logre el objetivo de la presente invención.

50 El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención se puede obtener también enrollando un denominado cable plano flexible alrededor del cuerpo cilíndrico elástico. La anchura del cable plano flexible es preferentemente de 10 mm o menos y más preferentemente de 5 mm o menos. El grosor es preferentemente de 3 mm o menos y más preferentemente de 2 mm o menos. La utilización de un cable plano flexible de un tamaño mayor dificulta mostrar flexibilidad incluso con enrollado del cuerpo cilíndrico elástico. Se requiere que el cable plano flexible tenga dos o más alambres conductores. Hay límites en cuanto a la anchura de los cables que pueden usarse, así como en cuanto al número de alambres conductores contenidos debido a la limitación de mostrar elasticidad. Considerando el equilibrio con las propiedades de transmisión, el número de alambres conductores

contenidos está preferentemente dentro de 20 y más preferentemente dentro de 10.

5 Se requiere que el número de alambres conductores sea de dos o más. Si sólo se utiliza un alambre conductor, el cable resultante no puede usarse como cable de transmisión. Los ejemplos de casos empleados normalmente incluyen el uso de 2, 3, 4, 5 ó 6 a 10 alambres conductores. Aunque no hay limitaciones concretas en cuanto al límite excelente de los mismos, si el número de alambres conductores es de 30 o más, la elasticidad resulta afectada fácilmente. El número de alambres conductores está comprendido preferentemente dentro de 20 y de manera particularmente preferente es de 3 a 10.

10 En el caso de usar sólo dos alambres conductores, uno de los alambres se utiliza como una línea de señales mientras que el otro se utiliza como una línea de tierra. En el caso de usar tres alambres conductores, dos pueden ser utilizados como líneas de señales mientras que uno se usa como línea de tierra o uno puede ser utilizado como línea de señales, uno como línea de alimentación y uno como línea de tierra.

15 Un cable que tiene una línea de señales y una línea de alimentación se usa preferentemente como un cable altamente universal. Aunque tienden a usarse sistemas de transmisión diferencial en particular en los campos de alta frecuencia, el uso de un total de cuatro líneas conductoras que se componen de dos líneas de señal, una línea de alimentación y una línea de tierra permite la obtención de un cable elástico de transmisión de señales que puede realizar tanto transmisión de señales mediante transmisión diferencial como suministrar energía eléctrica.

20 Puesto que circula una corriente mayor a través de las líneas de alimentación que por las líneas de señal, el grosor de las líneas de alimentación es preferentemente igual o mayor que el de las líneas de señal.

25 Puesto que los efectos de la resistencia eléctrica son menores en los campos de alta frecuencia, puede usarse un alambre conductor que tiene un valor de la resistencia comparativamente alto como línea de señales. Por otra parte, se utiliza preferentemente un alambre conductor que tiene una resistencia eléctrica baja como línea de alimentación. La resistencia eléctrica de una línea de señales por 1 metro de cable elástico de transmisión de señales cuando está sin tensión es preferentemente de 100 Ω/m o menos y más preferentemente de 10 Ω/m o menos. Por otra parte, la resistencia eléctrica de una línea de alimentación es preferentemente de 20 Ω/m o menos y más preferentemente de 5 Ω/m o menos.

La línea de tierra tiene preferentemente una resistencia eléctrica igual a la de la línea de señales, y la resistencia eléctrica es más preferentemente igual a la de la línea de alimentación.

35 Los alambres conductores están retenidos preferentemente por un cuerpo filamentosos aislante en una o varias ubicaciones mediante enrollado. En el caso de que los alambres conductores no estén retenidos, el intervalo entre alambres conductores fluctúa debido al tensado, dando como resultado una disminución de las propiedades de transmisión, haciendo de ese modo que no sea deseable en lo que se refiere al uso práctico. La parte conductora está compuesta por alambres conductores y un cuerpo filamentosos aislante.

40 Puede utilizarse arbitrariamente un cuerpo filamentosos aislante conocido en el caso del cuerpo filamentosos aislante. Por ejemplo, puede usarse alambre multifilamento, monofilamento o hilado. Preferentemente se usa alambre multifilamento. Los ejemplos preferentes desde los puntos de vista de diámetro reducido, flexibilidad, alta fuerza de retención (alta resistencia mecánica) y coste incluyen fibra de poliéster y fibra de nailon. Los ejemplos preferentes desde el punto de vista de una constante dieléctrica baja incluyen fibras de flúor, fibras de polietileno y fibras de polipropileno. Los ejemplos preferentes desde el punto de vista de la resistencia a la llama incluyen fibras de cloruro de vinilo, fibra de sarán y fibra de vidrio. Los ejemplos preferentes desde el punto de vista de la elasticidad incluyen fibras de poliuretano y fibras en las que el exterior de las fibras de poliuretano está recubierto con otra fibra aislante. Otros ejemplos de fibras que pueden usarse incluyen seda, fibra de rayón, fibra de cupro y alambres de algodón hilado. Sin embargo, la fibra que puede ser utilizada no se limita a los mismos, sino que en cambio pueden usarse arbitrariamente diversas fibras aislantes conocidas.

50 Enrollar los alambres conductores en un solo sentido (por ejemplo, en el sentido Z) y enrollar un cuerpo filamentosos aislante sobre ellos en el sentido opuesto (sentido S) hace posible retener los alambres conductores e impedirles cambiar de posición debido al tensado.

60 Tal como se muestra en la figura 3, en el caso de enrollar un cuerpo filamentosos aislante sobre el exterior de alambres conductores utilizando una máquina de recubrimiento, el aumento de la velocidad de enrollado (aumento de la velocidad de rotación del husillo) produce un aumento de la tensión de enrollado (tensión de hinchado) y posibilita aumentar la fuerza de retención.

65 Los alambres conductores quedan retenidos enrollando un cuerpo filamentosos aislante en el sentido opuesto al de los alambres conductores a la vez que pasan a través del interior (lado del cuerpo cilíndrico elástico) y el exterior de los alambres conductores tal como se muestra en la figura 4. El enrollado del cuerpo filamentosos aislante en el sentido opuesto al de los alambres conductores a la vez que pasan alternativamente a través del interior y el exterior de los alambres conductores hace posible obtener un cable elástico de transmisión de señales que muestra poco

cambio en el intervalo entre alambres conductores durante el tensado y el destensado incluso durante un tensado repetido y el movimiento de curvado que acompaña al tensado repetido, así como pocos cambios en el intervalo entre alambres conductores producidos por el tensado repetido. En el caso de pasar alternativamente a través del interior y el exterior de los alambres conductores, el cuerpo filamentosamente aislante puede pasar alternativamente a través de un alambre conductor de una vez o puede pasar alternativamente a través de una serie de alambres conductores conjuntamente.

El cuerpo filamentosamente aislante preferentemente es más delgado que los alambres conductores. El uso de un cuerpo filamentosamente aislante grueso fuerza a los alambres conductores, *per se*, a deformarse, haciendo de ese modo que el tensado sea difícil.

Con el fin de reforzar la fuerza de retención, el cuerpo filamentosamente aislante se enrolla de manera preferente alternativamente a través del interior y el exterior de los alambres conductores para tener al menos uno o más, preferentemente cuatro o más, y más preferentemente ocho o más puntos de retención por enrollado.

Se puede reforzarse la tensión de enrollado y se puede aumentar la fuerza de retención aplicando una carga al cuerpo filamentosamente enrollado.

Además, puede interponerse un cuerpo filamentosamente aislante entre los alambres conductores para evitar que los alambres conductores cambien de posición entre sí, y el cuerpo filamentosamente aislante puede ser enrollado alternativamente pasando a través del interior y el exterior de los mismos, juntos o separados del cuerpo filamentosamente interpuesto entre los alambres conductores. La presencia de este cuerpo filamentosamente interpuesto posibilita controlar la distancia entre los alambres conductores y ajustar la impedancia característica.

Los alambres conductores y el cuerpo cilíndrico elástico pueden estar adheridos al cable elástico de transmisión de señales de la presente invención. Normalmente, los adhesivos carecen de elasticidad y cuando se recubren para cubrir todo el cuerpo cilíndrico elástico, hacen que el cuerpo cilíndrico elástico pierda elasticidad. Con el fin de evitar esto, se utiliza un procedimiento en el que los alambres conductores y el cuerpo cilíndrico elástico son adheridos usando un poliuretano elástico y similares, o se usa un procedimiento en el que los alambres conductores y el cuerpo cilíndrico elástico sólo se adhieren en la superficie de contacto de los mismos.

Los alambres conductores son enrollados preferentemente en el mismo sentido y con un paso constante. Si el paso varía en la dirección de la longitud, la impedancia característica de los alambres conductores fluctúa dando como resultado una disminución en las propiedades de transmisión.

El paso de enrollado de los alambres conductores tal como se representa mediante "a" en la figura 1 es preferentemente de 0,05 a 50 mm. Si este paso es de 0,05 mm o menos, la longitud de los alambres conductores enrollados resulta excesivamente larga y las propiedades de transmisión disminuyen. En el caso de que el paso sea de 50 mm o más, existe una falta de elasticidad. El paso de enrollado es más preferentemente de 0,1 a 20 mm y de manera particularmente preferente de 1 a 10 mm.

El intervalo entre alambres conductores proximales enrollados independientemente en paralelo ("d" indica el intervalo entre alambres conductores proximales en la figura 1) es tal que el intervalo medio cuando están sin tensiones, tal como se determina observando 30 enrollamientos mientras están sin tensión, y la variación r ($r = \text{intervalo máximo} - \text{intervalo mínimo}$) es preferentemente $0 \leq r < 4d$. Las propiedades de transmisión disminuyen en el caso de que exista una variación de $4d$ o más. La variación r es más preferentemente de $3d$ o menos y de manera particularmente preferente de $2d$ o menos. Además, en la presente invención, el intervalo entre alambres conductores proximales representa la distancia más corta entre los centros de los alambres conductores adyacentes.

En el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención, el intervalo promedio d' de los alambres conductores proximales cuando se tensan arbitrariamente hasta el límite de tensado es preferentemente tal que $1/2d < d' < 4d$, y es más preferentemente de $3d$ o menos y de manera particularmente preferente $2d$ o menos. El intervalo medio d' preferentemente no se desvía con respecto a este intervalo ni siquiera como resultado del tensado repetido. La desviación con respecto a este intervalo produce una disminución en las propiedades de transmisión.

Además, el límite de tensado tal como al que se hace referencia en la presente invención se refiere a un valor obtenido multiplicando una tasa de tensado límite por 0,7, tasa de tensado a la que ya no se recupera hasta el 20% o menos aunque se destense tras el tensado.

El intervalo entre dos alambres conductores proximales es preferentemente de 0,01 a 20 mm. Si el intervalo es menor de 0,01 mm, existe el riesgo de un cortocircuito debido al tensado. En el caso de que el intervalo sea de 20 mm o más, el valor de la impedancia característica aumenta debido al tensado dando como resultado una disminución en las propiedades de transmisión. El intervalo es más preferentemente de 0,02 a 10 mm y de manera particularmente preferente de 0,05 a 5 mm.

5 El diámetro de enrollado de los alambres conductores es preferentemente de 0,05 a 30 mm, más preferentemente de 0,1 a 20 mm y de manera particularmente preferente de 0,5 a 10 mm. Si el diámetro de enrollado es de 30 mm o más, el diámetro externo resultante resulta excesivamente grande, haciendo de ese modo que no sea deseable. Además, los valores de impedancia también cambian como resultado del tensado produciendo de ese modo una

10 Si el paso, el intervalo y el diámetro de enrollado de los alambres conductores están dentro de los intervalos mencionados anteriormente, se obtiene fácilmente un cable elástico de transmisión de señales que tiene un tamaño compacto y una elasticidad satisfactoria, a la vez que también se facilita la obtención de un cable que tenga una impedancia característica de 500 Ω o menos y propiedades de transmisión satisfactorias.

15 El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención puede tener asimismo una capa de recubrimiento externa. Como resultado de tener una capa de recubrimiento externa, el cable está protegido de estímulos físicos y químicos dando como resultado una durabilidad mejorada. La capa de recubrimiento externa está formada preferentemente por una fibra aislante o una resina elástica que tiene una elasticidad como de caucho.

20 Es poco probable que los recubrimientos compuestos por fibras aislantes afecten a la elasticidad y son adecuados para aplicaciones que requieran una elasticidad suave. Además, las fibras aislantes posibilitan recubrir el cable a la vez que minimizan las disminuciones en las propiedades de transmisión puesto que las fibras aislantes contienen grandes cantidades de aire que tiene una constante dieléctrica baja.

25 Las fibras aislantes que tienen una constante dieléctrica baja son preferentes puesto que no producen disminuciones significativas en las propiedades de transmisión. Los ejemplos de fibras aislantes que tienen una constante dieléctrica baja incluyen fibras de flúor, fibras de polietileno y fibras de polipropileno.

30 Las fibras aislantes repelentes al agua son preferentes puesto que tienen el efecto de evitar la entrada de agua, que tiene una constante dieléctrica elevada. Más específicamente, también pueden usarse fibras aislantes repelentes al agua tales como fibras de flúor o fibras de polipropileno, o fibras de poliéster o fibras de nailon que han sido sometidas a un tratamiento de repelencia al agua. El agente repelente al agua usado puede seleccionarse arbitrariamente entre los agentes repelentes al agua conocidos. Los ejemplos específicos de agentes repelentes al agua incluyen agentes repelentes al agua a base de flúor y a base de silicio.

35 Puede utilizarse un alambre multifilamento, monofilamento o hilado para la fibra aislante. Es preferente un multifilamento puesto que tiene una capacidad de recubrimiento satisfactoria y es resistente a la aparición de deshilachado.

40 La fibra aislante puede ser seleccionada arbitrariamente de entre fibras aislantes conocidas según la aplicación del cable elástico de transmisión de señales y las supuestas condiciones de uso. Aunque la fibra aislante puede ser un alambre sin procesar, también puede usarse un alambre coloreado previamente o un alambre secado previamente, desde los puntos de vista del diseño y la prevención de deterioro. Pueden mejorarse las propiedades de flexibilidad y fricción mediante un procesamiento de acabado. Además, también puede mejorarse la facilidad de manipulación durante la utilización real llevando a cabo un procesamiento de fibras conocido sobre la fibra aislante, tal como un procesamiento de ignifugado, un procesamiento de repelencia del aceite, un procesamiento de resistencia al ensuciamiento, un procesamiento antimicrobiano, un procesamiento de control microbiano o un procesamiento desodorizante.

50 Los ejemplos de fibras aislantes que tienen tanto resistencia al calor como resistencia al desgaste incluyen fibras de aramida, fibras de polisulfona y fibras de flúor. Los ejemplos de fibras aislantes refractarias incluyen fibras de vidrio, fibras acrílicas refractarias, fibras de flúor y fibras de sarán. Se añaden fibras de polietileno y fibras de policetona de alta resistencia mecánica desde los puntos de vista de la resistencia al desgaste y de resistencia mecánica. Los ejemplos de fibras aislantes usados desde los puntos de vista del coste y la resistencia al calor incluyen fibras de poliéster, fibras de nailon y fibras acrílicas. También son preferentes fibras de poliéster ignífugas, fibras de nailon ignífugas y fibras acrílicas ignífugas (fibras modacrílicas), a las que se ha añadido una ignifugación. Preferentemente se usan fibras no fundibles con el deterioro local producido por el calor por fricción. Los ejemplos de tales fibras incluyen fibras de aramida, fibras de polisulfona, fibras de algodón, rayón, cupro, lana, seda y acrílicas. En los casos en que se hace hincapié en la resistencia mecánica, los ejemplos de fibras usadas incluyen fibras de polietileno, fibras de aramida y fibras de poli(sulfuro de fenileno) de alta resistencia mecánica. En los casos en que se hace hincapié en la resistencia al desgaste, los ejemplos de fibras usadas incluyen fibras de flúor, fibras de nailon y

60 fibras de poliéster.

En los casos en que se hace hincapié en el diseño, pueden usarse fibras acrílicas que muestren una coloración satisfactoria.

65 Además, en los casos en que se hace hincapié en la sensación al contacto con el cuerpo, pueden usarse fibras a base de celulosa tales como fibras de cupro, acetato, algodón o rayón, o fibras de seda o sintéticas que tienen un

alto grado de finura.

Preferentemente, se utiliza un recubrimiento con una resina elástica o un recubrimiento con un tubo de caucho en aplicaciones en las que hay riesgo de que se infiltre un líquido.

5 La resina elástica puede ser seleccionada arbitrariamente de entre diversos tipos de resinas elásticas aislantes, y puede seleccionarse considerando la aplicación del cable elástico de transmisión de señales y la compatibilidad con otras fibras aislantes usadas simultáneamente con él.

10 Los ejemplos de propiedades de comportamiento que se tienen en cuenta incluyen propiedades de transmisión, elasticidad, resistencia al desgaste, resistencia al calor y resistencia química.

15 Una resina elástica que tiene una constante dieléctrica baja es preferente como resina elástica que tiene unas propiedades de transmisión excelentes. Los ejemplos típicos de tales resinas incluyen resinas elásticas a base de flúor y a base de olefina.

Los ejemplos de resinas que tienen una elasticidad excelente incluyen las denominadas resinas elásticas a base de caucho natural y resinas elásticas a base de estireno-butadieno.

20 Los ejemplos de resinas que tienen una resistencia al desgaste, una resistencia al calor y una resistencia química excelentes incluyen resinas elásticas a base de caucho sintético, siendo preferente el caucho a base de flúor, caucho a base de silicio, caucho a base de etileno-propileno, caucho a base de cloropreno y caucho a base de butilo.

25 La capa de recubrimiento externa compuesta por un cuerpo aislante puede ser una combinación de fibras aislantes trenzadas y resina elástica. Aunque hay muchos casos en los que es deseable que los cables elásticos de transmisión de señales se tensen con poca fuerza, en el caso del recubrimiento con una resina elástica sola, el grosor de la resina elástica tiende a aumentar, dando como resultado de ese modo una propensión aumentada a requerir una gran fuerza durante el tensado. En tales casos, la combinación de una resina elástica fina y fibras aislantes trenzadas posibilita conseguir tanto capacidad de recubrimiento como elasticidad.

30 El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención también puede apantallarse. El apantallamiento puede conseguirse trenzando una fibra orgánica eléctricamente conductora o un filamento metálica que tiene una conductividad eléctrica satisfactoria, o enrollando una cinta que tiene una conductividad eléctrica satisfactoria (tal como lámina de aluminio).

35 Tras enrollar los alambres conductores en paralelo alrededor del cuerpo cilíndrico elástico, se forma una capa aislante con la fibra aislante y se forma una capa de apantallamiento alrededor de la periferia externa de la misma. La capa de apantallamiento puede obtenerse trenzando una fibra orgánica eléctricamente conductora, un filamento metálica que tenga una conductividad eléctrica satisfactoria, o una combinación de los mismos. Una capa de recubrimiento externa compuesta por un cuerpo aislante se forma preferentemente sobre la capa externa de la capa de apantallamiento para proteger la capa de apantallamiento.

40 Una fibra orgánica eléctricamente conductora se refiere a que tiene una resistencia específica de $1 \Omega \cdot \text{cm}$ o menos. Los ejemplos de una fibra orgánica de este tipo incluyen fibras metalizadas o fibras rellenas con un relleno eléctricamente conductor. Un ejemplo más específico son las fibras plateadas.

45 El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención tiene preferentemente una pérdida de transmisión de 10 dB o menos a 250 MHz cuando se tensa arbitrariamente hasta el límite de tensado. Además, la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de pérdida de transmisión a 250 MHz cuando se tensa y se destensa es preferentemente de 2 dB o menos. Si la diferencia supera este intervalo, la transmisión de señales es alterada por el tensado dando como resultado de ese modo problemas tales como la incapacidad del cable para transmitir señales. De manera particularmente preferente, la pérdida de transmisión a 500 MHz cuando se tensa arbitrariamente hasta el límite de tensado es de 10 dB o menos. Las ondas cuadradas usadas en la transmisión de señales a alta velocidad se sintetizan combinando ondas de alta frecuencia. Un cable que tiene una pérdida de transmisión baja en el intervalo de la alta frecuencia puede transmitir señales incluyendo ondas de alta frecuencia y es excelente para la transmisión de señales a alta velocidad.

50 El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención tiene preferentemente una impedancia característica de los alambres conductores usados como líneas de señal de 20 a 500Ω , y más preferentemente de 50 a 300Ω .

55 La impedancia característica es importante desde el punto de vista de hacer coincidir la impedancia de diversos equipos electrónicos conectados mediante el cable, y si la impedancia característica se desvía del intervalo mencionado anteriormente, disminuyen las propiedades prácticas de transmisión en el caso de conectarse con un equipo electrónico de este tipo. La impedancia característica se ajusta preferentemente en correspondencia a los

componentes electrónicos usados.

La impedancia característica rige la inductancia y la capacitancia a altas frecuencias. Estas son en gran medida dependientes del diámetro enrollado, el paso de enrollamiento y el intervalo del alambre conductor. Como resultado del enrollado de los alambres conductores en el mismo sentido, se compensan los cambios en la inductancia y los cambios en la capacitancia atribuibles al tensado, posibilitando mantener las propiedades de transmisión.

El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención tiene preferentemente una impedancia característica diferencial de dos alambres conductores tal como se determina mediante el procedimiento TDR dentro del intervalo de 20 a 500 Ω , más preferentemente de 50 a 300 Ω , y de manera particularmente preferente de 100 a 200 Ω . Si está fuera de estos intervalos, se produce reflexión durante la entrada y la salida de la señal, produciendo de ese modo una disminución en las propiedades de transmisión.

Puesto que las señales diferenciales son transmitidas en pares, el par de alambres conductores preferentemente está equilibrado. Equilibrio se refiere en este caso a una situación en la que el par de alambres conductores tiene la misma estructura y soporta una tensión que está equilibrada electromagnéticamente. Por consiguiente, en el caso de enrollar el par de alambres conductores con otros alambres conductores, uno de los otros alambres conductores está dispuesto entre el par de alambres conductores, y el resto de alambres conductores están dispuestos preferentemente en número igual a ambos lados del par de alambres conductores en el caso de un número impar de los otros alambres conductores. Los otros alambres conductores están dispuestos preferentemente en número igual a ambos lados del par de alambres conductores en el caso de un número par de los otros alambres conductores. Si están presentes otros alambres conductores entre el par de alambres conductores, se interrumpe el acoplamiento electromagnético de señales diferenciales, dando como resultado posiblemente una disminución en las propiedades de transmisión.

Otro alambre conductor (preferentemente una línea de tierra) está dispuesto preferentemente al exterior del par de alambres conductores a través de los cuales circulan las señales diferenciales. El otro alambre conductor tiene el efecto de apantallamiento contra ondas de radio emitidas desde la línea de señales y ondas de radio externas procedentes del exterior.

Por otra parte, en el caso de usar una serie de líneas de señal en transmisión unimodal, se dispone preferentemente otro alambre conductor (preferentemente una línea de tierra) entre las líneas de señal. Una línea de tierra proximal muestra un denominado efecto de apantallamiento, que junto con la reducción de la diafonía, tiene el efecto de bloquear las ondas de radio radiantes y las ondas de radio incidentes.

Las propiedades de transmisión disminuyen si cambia la relación posicional entre las y otros alambres conductores debido al tensado. Por consiguiente, es necesario que todos los alambres conductores sean enrollables en el mismo sentido.

El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención tiene preferentemente una alta tasa de recuperación del tensado. La tasa de recuperación tras un tensado al 20% (tasa de recuperación de tensado al 20%) es preferentemente del 50% o más. Un cable que no se recupera en el 50% o más tras un tensado al 20% carece de capacidad de seguimiento de la deformación de conformación. El cable se recupera más preferentemente en el 70% o más tras un tensado al 20%. El cable de manera particularmente preferente se recupera en un 70% o más tras un tensado al 30%. Muy preferentemente, el cable se recupera en el 70% o más tras un tensado al 40%.

Preferentemente, el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención se tensa fácilmente. La carga de tensado al 20% es preferentemente menor de 5.000 cN, más preferentemente de 2.000 cN o menos e incluso más preferentemente de 1.000 cN o menos. Un cable que tiene una carga de tensado de 5.000 cN o más requiere una gran carga para tensarse, haciendo de ese modo que no sea deseable.

Preferentemente, el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención no se rompe ni muestra una disminución en las propiedades de transmisión ni siquiera tras ser sometido repetidamente a un tensado prescrito en la utilización de 10.000 veces o más, preferentemente 100.000 veces o más e incluso más preferentemente 500.000 veces o más. La presente invención proporciona un cable elástico de transmisión de señales que tiene una resistencia excelente a un tensado repetido que es adecuado para la utilización práctica.

El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención puede ser obtenido enrollando en paralelo dos o más alambres conductores alrededor de un cuerpo cilíndrico elástico en estado tensado y envolviendo un cuerpo filamentosamente aislante alrededor del exterior de los alambres conductores en el sentido opuesto de los alambres conductores utilizando un aparato que tiene la función de tensar el cuerpo cilíndrico elástico, la función de enrollar una serie de alambres conductores en paralelo alrededor del cuerpo cilíndrico elástico y la función de enrollar un cuerpo filamentosamente aislante en el sentido opuesto al sentido de enrollado de los alambres conductores.

Más preferentemente, la función para enrollar un cuerpo filamentosamente aislante en el sentido opuesto al sentido de enrollamiento de los alambres conductores es una función que permite que el cuerpo filamentosamente aislante se enrolle

pasando alternativamente del interior (lado de cuerpo cilíndrico elástico) al exterior de los alambres conductores, y se emplea una estructura en la que los alambres conductores quedan retenidos al enrollar el cuerpo filamentosamente pasando alternativamente del interior al exterior de uno o una serie de alambres conductores en el sentido opuesto al de los alambres conductores.

5 No hay limitaciones particulares en cuanto al aparato proporcionado que tiene las funciones descritas anteriormente.

Las principales funciones proporcionadas por el aparato que tiene las funciones mencionadas anteriormente son tales como se indica a continuación.

10 (1) Mecanismo para suministrar el cuerpo cilíndrico elástico;

(2) mecanismo para agarrar el cuerpo cilíndrico elástico y alimentar a una velocidad constante (y preferentemente, un mecanismo para agarrar el cuerpo cilíndrico elástico sin pinzamiento y suministrando a velocidad constante, tal como un mecanismo para alimentar mediante agarre en forma de número 8 con las acanaladuras en V de una serie de dos rodillos que tienen una serie de acanaladuras en V);

(3) mecanismo para agarrar el cuerpo cilíndrico elástico y enrollar a velocidad constante (y preferentemente, un mecanismo para agarrar el cuerpo cilíndrico elástico sin pinzamiento y enrollar a velocidad constante, tal como un mecanismo para enrollar el cuerpo cilíndrico elástico mediante agarre en forma de número 8 con las acanaladuras en V de una serie de dos rodillos que tienen una serie de acanaladuras, o un mecanismo para enrollar el cuerpo cilíndrico elástico enrollando una serie de veces sobre una acanaladura en V de un tambor de gran diámetro que tiene una acanaladura en V);

(4) un mecanismo para enrollar los alambres conductores o los alambres conductores y el cuerpo filamentosamente aislante en paralelo sobre el cuerpo cilíndrico elástico con el cuerpo cilíndrico elástico tensado (por ejemplo, un mecanismo para hacer girar una bobina enrollada con los alambres conductores o el cuerpo filamentosamente aislante alrededor del cuerpo cilíndrico elástico agarrado, un mecanismo para hacer girar el cuerpo cilíndrico elástico agarrado y enrollar los alambres conductores o el cuerpo filamentosamente aislante alrededor del cuerpo cilíndrico elástico, o un mecanismo para disponer una serie de bobinas huecas enrolladas con los alambres conductores o el cuerpo filamentosamente aislante en serie, y enrollar los alambres conductores sobre el cuerpo cilíndrico elástico haciendo girar las bobinas huecas a la vez que se hace pasar el cuerpo cilíndrico elástico a través de las partes huecas de las bobinas huecas); y,

(5) un mecanismo para enrollar el cuerpo filamentosamente aislante en paralelo sobre el cuerpo cilíndrico elástico en el sentido opuesto al sentido de enrollado de los alambres conductores con el cuerpo cilíndrico elástico tensado, y de manera particularmente preferente un mecanismo para enrollar el cuerpo filamentosamente aislante haciéndolo pasar alternativamente del interior al exterior de los alambres conductores en un sentido opuesto al sentido de enrollado de los alambres conductores (por ejemplo, un mecanismo para mover una o varias bobinas enrolladas con alambres conductores y una o varias bobinas enrolladas con el cuerpo filamentosamente aislante hacia delante y hacia atrás o hacia arriba y hacia abajo, y haciendo girar las bobinas alrededor del cuerpo cilíndrico elástico en sentidos opuestos entre sí).

45 EJEMPLOS

A continuación se facilita una explicación detallada de la presente invención basándose en los ejemplos y en ejemplos comparativos.

50 Los procedimientos de evaluación usados en la presente invención son tal como se indica a continuación.

(1) Elasticidad

Se realizaron marcas en cables elásticos de transmisión de señales a intervalos de 20 cm. Mientras se sujetaba el exterior de los cables con la mano, se tensaron los cables de modo que las ubicaciones de las marcas estuvieran a una distancia de 22 cm, tras lo cual se destensaron los cables y se midió su longitud. Se clasificaron los cables según los criterios siguientes. Se evaluó que los cables que podían ser tensados hasta 22 cm y volver posteriormente hasta menos de 21 cm tras la distensión (A) tenían una elasticidad del 10% o más.

A: Podían ser tensados hasta 22 cm y volver hasta menos de 21 cm tras la distensión

B: No podían tensarse hasta 22 cm, o podían tensarse hasta 22 cm pero no podían volver hasta menos de 21 cm ni siquiera si se destensaban

(2) Uniformidad direccional

65 Se clasificaron los cables según los criterios siguientes según el sentido en el que se enrollan los alambres

conductores.

A: Alambres conductores enrollados en un solo sentido

5 B: Alambres conductores enrollados en dos sentidos

(3) Paralelismo

10 Se observaron visualmente los cables a lo largo de una longitud de 100 cm a la vez que se enrollaron con alambres conductores, y se evaluaron según los criterios siguientes según la presencia o ausencia de partes de solapado de los alambres conductores.

A: Sin partes solapadas

15 B: Algunas partes solapadas, pero sin partes cruzadas

C: Partes cruzadas y solapadas

(4) Diámetro del enrollado

20 Se midió el diámetro del enrollado en tres ubicaciones usando un calibre en situación sin tensión tras enrollar los alambres conductores, y el valor medio de esos valores medidos se determinó y se definió como L1. Además, se midió el diámetro externo de los alambres conductores en tres ubicaciones usando un calibre y el valor medio de esos valores medidos se determinó y se definió como L2. A continuación, se determinó el diámetro enrollado a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Diámetro enrollado} = L1 - L2$$

(5) Intervalo de paso

30 Se midió la distancia de 30 valores de paso arbitrarios usando el mismo alambre conductor y se definió el valor medio del mismo como intervalo de paso.

(6) Intervalo de alambre conductor proximal

35 Se midió la distancia entre los centros de alambres conductores proximales en 30 ubicaciones arbitrarias, y se definió el valor medio de las mismas como el intervalo de alambre conductor proximal (d). La diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo se definió como variación (r).

40 (7) Carga de tensado al 20%

45 Tras permitir que la muestra permaneciera sin alteraciones durante 2 horas o más en condiciones estándar (temperatura: 20°C, humedad relativa: 65%), se tiró de una muestra que medía 100 cm de longitud con una velocidad de tracción de 100 mm/min usando una máquina de pruebas universal Tensilon (A & D Co., Ltd.) en condiciones estándar para determinar la carga cuando se tensa al 20%.

(8) Recuperación del tensado

50 Se tiró de una muestra que medía 100 mm de longitud con una velocidad de tracción de 100 mm/min usando un instrumento de medición Tensilon, y tras tensar a la tasa de tensado estipulada y permitir el retorno, se determinó la distancia a la que la tensión se hizo cero (A mm: distancia desde la ubicación en la que la tensión fue de cero hasta la ubicación actual) tras lo que se determinó la tasa de recuperación a partir de la siguiente ecuación. Se evaluó la recuperación según los criterios indicados a continuación.

$$55 \quad \text{Tasa de recuperación (\%)} = ((100-A)/100) \times 100$$

A: Tasa de recuperación $\geq 70\%$

B: $70\% > \text{tasa de recuperación} \geq 50\%$

60 C: $50\% > \text{tasa de recuperación}$

(9) Prueba de tensado repetido

65 Se unieron una parte -21- de mordaza y una parte -22- de mordaza a una longitud de 20 cm de una muestra -20- tal como se muestra en la figura 5, y se dispuso una varilla -23- de acero inoxidable que tenía un diámetro de 1,27 cm

en una ubicación intermedia entre ellas usando un dispositivo de pruebas Dematcher (fabricado por la firma Daiei Kagaku Seiki Mfg. Co., Ltd.). La ubicación móvil de la parte -22- de mordaza se fijó a 30 cm correspondiendo a la ubicación de la muestra cuando es tensada, y se llevó a cabo una prueba de tensado repetido tensando repetidamente el cable a temperatura ambiente un número estipulado de veces a la velocidad de 100 veces/min a una tasa de tensado inicial del 11% y a una tasa de tensado una vez tensado del 59%.

Se midió la resistencia eléctrica de todos los alambres conductores de las muestras antes y después de la prueba de tensado repetido, y se determinó la tasa de cambio (ΔR) de la resistencia eléctrica antes y después de la prueba de tensado repetido a partir de la siguiente ecuación para el alambre conductor, que muestra el mayor cambio.

$$\Delta R = 100 \times (R2 - R1)/R1$$

(en que, R1 es la resistencia eléctrica antes de las pruebas y R2 es la resistencia eléctrica después de las pruebas).

Se evaluó la resistencia a la rotura según los criterios siguientes basándose en la tasa de cambio (ΔR) de la resistencia eléctrica.

AA: ΔR tras repetir 500.000 veces < 1%

A: ΔR tras repetir 100.000 veces < 1%

B: $1\% \leq \Delta R$ tras repetir 100.000 veces < 20%

C: $20\% \leq \Delta R$ tras repetir 100.000 veces < ∞

D: Rotura cuando se repitió 100.000 veces (ΔR se vuelve infinitamente grande tras repetir 100.000 veces)

(10) Pérdida de transmisión

Aparato de medición: Analizador de componente de onda luminosa (Hewlett-Packard 8703A)

Procedimiento de medición: Se tomó como muestra 1 m de cable en estado sin tensión, se tiró de los extremos de una línea de señales y un alambre conductor adyacente a la línea de señales por ambos extremos aproximadamente 5 mm, y tras reforzar la continuidad eléctrica entre los filamentos sumergiendo aproximadamente 3 mm de los extremos en un baño de soldadura, se soldaron el terminal de señal y el terminal de tierra del conector subminiatura de tipo A (SMA) a cada extremo, seguido por conectar al aparato de medición mencionado anteriormente, llevar a cabo la medición del parámetro S, medir S21 a de 130 a 1.000 MHz (S21: coeficiente de transmisión = onda de transmisión / onda incidente; unidades: dB), leer el valor de frecuencia estipulado del gráfico resultante, y definir el valor absoluto del mismo como pérdida de transmisión.

(11) Impedancia característica (usando el procedimiento de reflectometría del dominio de tiempo (TDR))

Aparatos de medición: Osciloscopio digital (Hewlett-Packard 54750A), módulo TDR diferencial (Agilent 54754A)

Procedimiento de medición: Se conectó 1 m de cable coaxial de 50 Ω al aparato de medición mencionado anteriormente, se conectó un extremo de un cable conectado con conectores SMA en ambos extremos obtenido durante la medición de la pérdida de transmisión descrita en (10) anterior al extremo del cable coaxial a la vez que se dejó libre el otro extremo, se midió la impedancia característica (unidades: Ω) durante un máximo de 20 ns (nanosegundos) según el procedimiento TDR, y se excluyeron del gráfico los valores de la parte de conector y de la parte más extrema seguido por la lectura del valor mínimo y el valor máximo.

(12) Impedancia característica diferencial (procedimiento TDR)

Aparato de medición: Osciloscopio digital (Hewlett-Packard 54750A), módulo TDR diferencial (Agilent 54754A)

Procedimiento de medición: Se tomó como muestra 1 m de cable mientras estaba en situación sin tensión, se tiró de los extremos de todos los alambres conductores en un extremo del mismo aproximadamente 5 mm, y tras reforzar la continuidad eléctrica entre los filamentos sumergiendo aproximadamente 3 mm de los extremos en un baño de soldadura, se soldaron dos líneas de señales que transmitían una señal diferencial a los terminales de señal de dos conectores SMA, mientras que los otros alambres conductores se empaquetaron y se soldaron a terminales de tierra unidos previamente (véase la figura 6). Se conectaron cables coaxiales de 50 Ω (1 m) a cada conector, los cables coaxiales fueron conectados a dos puertos del aparato de medición mencionado anteriormente mientras que se dejaron libres los otros extremos, y se midió la impedancia característica diferencial durante un máximo de 20 ns (nanosegundos) según el procedimiento TDR. Se excluyeron del gráfico los valores de la parte de conector y de la parte más extrema seguido por la lectura del valor mínimo y el valor máximo.

(13) Prueba de funcionamiento del dispositivo USB

5 Procedimiento de medición: Se tomó como muestra 1 m de cable en el estado sin tensión, y tras tirar de los extremos de los alambres conductores en ambos extremos aproximadamente 5 mm y reforzar la continuidad eléctrica entre los filamentos sumergiendo 3 mm de los extremos en un baño de soldadura, se soldaron las líneas de señal (dos alambres conductores adyacentes a menos que se indique específicamente otra cosa) a las posiciones del terminal 2 y 3 de un conector USB (hebras macho, tipo A), se soldaron los otros dos alambres conductores a las posiciones del terminal 1 y 4, se recubrieron las conexiones con cinta de vinilo aislante y se conectaron conectores USB (hebras macho, tipo A) a ambos extremos para obtener un cable. Se introdujo un extremo del cable en un puerto USB de un ordenador personal del que se había confirmado el funcionamiento (Dynabook Satellite 12 PST101MD4H41LX) conectado directamente a una cámara web de 300.000 píxeles (WCU204SV, Arvel) con el software de la cámara instalado previamente, se introdujo un adaptador de conversión USB (hebra macho, tipo A → hebra hembra, tipo A (ADV-104, Ainex)) en el otro extremo y se introdujo un conector USB con una cámara web de 15 300.000 píxeles (WCU204SV, Arvel) en el adaptador seguido por la investigación del funcionamiento y la evaluación según los criterios siguientes.

A: Funcionamiento con movimiento de imagen suave

20 B: Funcionamiento pero movimiento de imagen inestable

C: No funciona

25 (14) Resistencia eléctrica

Se tomó como muestra 1 m de una muestra mientras estaba en la situación sin tensión, se tiró de los extremos de los alambres conductores en ambos extremos aproximadamente 5 mm, y tras reforzar la continuidad eléctrica entre los filamentos sumergiendo aproximadamente 3 mm de los extremos en un baño de soldadura, se midió la resistencia eléctrica con un dispositivo Milliohm HiTester 3540 (Hioki E.E. Corp.).

30 (15) Resistencia al agua

Se evaluó la resistencia al agua según los criterios siguientes en la prueba de funcionamiento del dispositivo USB descrita en (13) anterior.

35 A: El dispositivo USB funciona cuando se sumergen 50 cm de la zona media del cable en agua durante 30 minutos o más

40 B: El dispositivo USB funciona normalmente cuando se vierten 20 ml de agua sobre la zona media del cable, pero no funciona cuando se sumerge en agua durante 30 minutos o más

C: El dispositivo USB funciona normalmente cuando se deja caer una gota de agua sobre el cable con un cuentagotas, pero no funciona cuando se vierten 20 ml de agua sobre el mismo

45 D: El dispositivo USB no funciona cuando se deja caer una gota de agua sobre el cable con un cuentagotas

(Ejemplos 1 y 2)

50 Usando una fibra elástica larga de poliuretano de 940 dtex (Asahi Kasei Fibers Corp., nombre comercial: Roica) como núcleo, se enrolló nailon de tipo lana de 230 dtex (alambre teñido de negro) a una proporción de tensado de 4,2 alrededor del núcleo mediante una torsión inferior a 700 T/M y una torsión superior a 500 T/M para obtener un alambre de cubierta doble. Se enrolló el alambre de cubierta doble resultante sobre bobinas de trenzado, disponiéndose cuatro de las bobinas uniformemente con dos bobinas en el sentido S y dos bobinas en el sentido Z de una máquina de trenzado de 8 cuerdas para trenzar el alambre y obtener un cuerpo cilíndrico elástico que tenía un diámetro de 1,8 mm. Se tensó este cuerpo cilíndrico elástico 2,2 veces mediante una máquina de trenzado especial (máquina de trenzado dotada de (1) un mecanismo para suministrar el cuerpo cilíndrico elástico como núcleo, (2) un mecanismo para alimentar el cuerpo cilíndrico elástico mediante el agarre con alineamiento en forma de número 8 con las acanaladuras en V de una serie de dos rodillos que tienen una serie de acanaladuras en V, (3) un mecanismo para enrollar el cuerpo cilíndrico elástico mediante agarre con alineamiento en forma de número 8 con las acanaladuras en V de una serie de dos rodillos que tienen una serie de acanaladuras, (4) un mecanismo para enrollar alambres conductores en paralelo sobre el cuerpo cilíndrico elástico con el cuerpo cilíndrico elástico tensado, y (5) un mecanismo para enrollar un cuerpo filamentoso aislante haciéndolo pasar alternativamente por el interior y el exterior de alambres conductores en el sentido opuesto al sentido de enrollado de los alambres conductores con el cuerpo cilíndrico elástico tensado), a la vez que se enrollaron cuatro alambres conductores estipulados (Tatsuno Wire Co., Ltd., 2USTC: 30 µm x 48 hebras y 30 µm x 90 hebras) en paralelo en el sentido Z 60 alrededor del cuerpo cilíndrico elástico a intervalos iguales, y se enrollaron cuatro fibras de poliéster (56 dtex (12 f)) 65

en paralelo y a intervalos iguales pasando alternativamente del interior al exterior de los alambres conductores para obtener los cables elásticos de transmisión de señales de la presente invención.

5 La composición y los resultados de la evaluación de los cables de transmisión elásticos resultantes se muestran en la tabla 1.

(Ejemplos 3 y 4)

10 Usando cuadrados de caucho n.º 18 de caucho natural (Marueinissan Co., Ltd.) para el núcleo, se dispuso a una cubierta externa con una máquina de trenzado de 16 cuerdas usando nailon de tipo lana (230 dtex (alambre teñido de negro) x alambre de 3 cabos) mientras se tensaba con un factor de 4 veces para obtener un cuerpo cilíndrico elástico que tenía un diámetro de 2,5 mm. Se fabricaron los cables elásticos de transmisión de señales de la presente invención de la misma manera que en los ejemplos 1 y 2 con la excepción de usar el cuerpo cilíndrico elástico resultante. La composición y los resultados de la evaluación de los cables elásticos de transmisión de
15 señales resultantes también se muestran en la tabla 1.

(Ejemplo 5) (no según la invención)

20 Usando una cuerda de caucho disponible comercialmente (cuerda de equipaje para bicicletas, diámetro: 6 mm) como cuerpo cilíndrico elástico y usando este cuerpo cilíndrico elástico como núcleo, se enrollaron cuatro alambres conductores (Tatsuno Wire Co., Ltd., 2USTC: 30 µm x 90 hebras) alrededor del cuerpo cilíndrico elástico en paralelo en el sentido Z a intervalos iguales mientras se tensaba el cuerpo cilíndrico elástico 1,4 veces para obtener el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención. La composición y los resultados de la evaluación del cable elástico de transmisión de señales resultante también se muestran en la tabla 1.

25 (Ejemplo 6) (no según la invención)

30 Usando el cuerpo cilíndrico elástico obtenido en el ejemplo 3 como núcleo, se recubrió el núcleo dos veces con alambres conductores (Tatsuno Wire Co., Ltd., 2USTC: 30 µm x 90 hebras) mediante una torsión inferior en el sentido Z a 133 T/M y una torsión superior en el sentido Z a 125 T/M mientras se tensaba el núcleo 3 veces usando una máquina de recubrimiento doble (Kataoka Machine Industrial Co., Ltd., Modelo SSC) para obtener un producto intermedio de un cable elástico de transmisión de señales. Además, usando este producto intermedio como núcleo, se cubrió el núcleo dos veces con alambres conductores (Tatsuno Wire Co., Ltd., 2USTC: 30 µm x 90 hebras) mediante una torsión inferior en el sentido Z a 120 T/M y una torsión superior en el sentido Z a 110 T/M mientras se
35 tensaba el núcleo 2,9 veces usando una máquina de recubrimiento doble especializada (Kataoka Techno Co., Ltd., Modelo SP-D-400: dotada de (1) un mecanismo para suministrar el cuerpo cilíndrico elástico como el núcleo, (2) un mecanismo para alimentar el cuerpo cilíndrico elástico mediante agarre con alineamiento con las acanaladuras en V de un rodillo que tiene una serie de acanaladuras en V, (3) un mecanismo para enrollar el cuerpo cilíndrico elástico mediante agarre con alineamiento con las acanaladuras en V de un rodillo que tiene una serie de acanaladuras, (4)
40 un mecanismo para enrollar alambres conductores en paralelo sobre el cuerpo cilíndrico elástico con el cuerpo cilíndrico elástico tensado, y (5) un mecanismo para enrollar un cuerpo filamentoso aislante sobre el exterior de los alambres conductores en un sentido opuesto al sentido de enrollado de los alambres conductores con el cuerpo cilíndrico elástico tensado) para obtener el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención que tiene cuatro alambres conductores enrollados en el sentido Z. La composición y los resultados de la evaluación del
45 cable elástico de transmisión de señales resultante también se muestran en la tabla 1.

(Ejemplo comparativo 1)

50 Se cortó una sección de 1 m en el centro de un cable USB disponible comercialmente (Elecom USB2-20), y se despegó el recubrimiento externo en ambos extremos en una longitud de aproximadamente 1 cm para dejar al descubierto cuatro alambres conductores. Se llevaron a cabo las mismas evaluaciones que en los ejemplos 1 a 6 utilizando los dos alambres conductores trenzados (verde y blanco) de los cuatro alambres conductores como líneas de señales, y utilizando los otros dos alambres conductores (rojo y negro) como línea de alimentación y línea de tierra. Los resultados de la evaluación resultantes también se muestran en la tabla 1.

55

Tabla 1

Composición										Resultados de la evaluación									
Cuerpo cilíndrico elástico		Alambres conductores				Parte conductora				Situación de enrollado		Elasticidad al 10%		Elasticidad		Propiedades de transmisión		Resistencia eléctrica	
Material	Elasticidad	N.º de alambres	Relación posicional de múltiples conductores		Cuerpo filamentososo aislante enrollado en sentido opuesto al de los alambres conductores		Diámetro de enrollado		Intervalo de paso de enrollado		Tensado al 20%		Tensado al 50%		Pérdida de transmisión a 250 MHz (dB)	Funcionamiento del dispositivo USB	Resistencia eléctrica (Ω/m)		
			Sentido de enrollado	Uniformidad direccional	Paralelismo	Presente/ausente	Método de enrollado	Díametro de enrollado (mm)	Intervalo de paso (mm)	Intervalo de alambre conductor proximal (mm)	Carga (cN)	Recuperación	Carga (cN)	Recuperación	Media d Variación r				
Ej. 1	Poliuretano	4	Z	A	A	Presente	Interior/ exterior	1,9	3,0	0,7	0,05	A	70	A	152	A	5,3	A	1,32
Ej. 2	Poliuretano	4	Z	A	A	Presente	Interior/ exterior	2,3	3,3	0,8	0,07	A	76	A	165	A	6,0	A	0,71
Ej. 3	Caucho natural	4	Z	A	A	Presente	Interior/ exterior	2,8	3,2	0,8	0,1	A	77	A	123	A	5,6	A	0,86
Ej. 4	Caucho natural	4	Z	A	A	Presente	Interior/ exterior	3,0	4,7	1,2	0,3	A	85	A	132	A	5,6	A	0,35
Ej. 5	Cuerda de caucho disponible comercialmente (muy gruesa)	4	Z	A	B	Ausente	-	6,5	9,0	2	2,2	A	1.010	A	2.450	A	8,0	B	0,73
Ej. 6	Caucho natural	4	Z	A	C	Ausente	-	3,0	3,2	0,8	0,5	A	70	A	120	A	7,5	B	0,92-0,98
Ej. comp. 1												B	-	-	-	-	3,0	A	0,22

Nota: Los ejemplos 5 y 6 no son según la invención

Tal como se puede observar en la tabla 1, los cables elásticos de transmisión de señales de la presente invención son cables de transmisión de señales revolucionarios que muestran elasticidad a la vez que permiten la transmisión de señales a alta velocidad.

5 (Ejemplos 7 y 8)

10 Se obtuvieron cables elásticos de transmisión de señales que tenían un recubrimiento externo compuesto por fibra aislante usando la máquina de trenzado especializada descrita en el ejemplo 1, utilizando los cables elásticos de transmisión de señales obtenidos en los ejemplos 3 y 4 como núcleos, y enrollando ocho hebras de nailon de tipo lana (230 dtex x 2 cabos) en el sentido S y ocho hebras en el sentido Z mientras se tensaba 1,8 veces. La composición y los resultados de la evaluación de los cables elásticos de transmisión de señales resultantes se muestran en la tabla 2.

15 (Ejemplo 9) (no según la invención)

20 Se doblaron cuatro alambres conductores (Tatsuno Wire Co., Ltd., 2USTC: 30 μ m x 90 hebras) y se enrollaron sobre una bobina individual. Se colocó la bobina en el nivel inferior de la máquina de recubrimiento doble especializada usada en el ejemplo 6 (Kataoka Techno Co., Ltd., Modelo SP-D-400). Usando el cuerpo cilíndrico elástico obtenido en el ejemplo 3, se recubrieron los cuatro alambres conductores enrollados sobre la bobina individual a 133 T/M en el sentido Z mientras se tensaba el núcleo 3 veces usando la máquina de recubrimiento doble especializada. Además, se formó una capa de recubrimiento externa de la misma manera que en el ejemplo 7 para obtener el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención.

25 La composición y los resultados de la evaluación del cable elástico de transmisión de señales resultante también se muestran en la tabla 2.

(Ejemplo 10) (no según la invención)

30 Se enrollaron alambres conductores de la misma manera que en el ejemplo 9 seguido por el enrollado de fibra de poliéster (167 dtex (48 f)) en el sentido S a 210 T/M para retener los alambres conductores. Además, se formó una capa de recubrimiento externa de la misma manera que en el ejemplo 7 para obtener el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención. La composición y los resultados de la evaluación del cable elástico de transmisión de señales resultante también se muestran en la tabla 2.

35 (Ejemplo 11)

40 Usando un cuerpo cilíndrico elástico obtenido de la misma manera que en el ejemplo 1, se dispusieron cuatro hebras de nailon de tipo lana de 690 dtex (230 dtex x 3 cabos) entre cada uno de cuatro alambres conductores (Tatsuno Wire Co., Ltd., 2USTC: 30 μ m x 90 hebras) y se enrollaron en paralelo en el sentido Z mientras se tensaba el núcleo 2,2 veces, y se enrollaron 8 fibras de poliéster (56 dtex (12 f)) en el sentido S mientras se cruzaban para obtener un cable elástico de transmisión de señales antes de ser dotados de una capa de recubrimiento externa. A continuación se formó una capa de recubrimiento externa enrollando alternativamente 8 hebras de tipo lana de éster (330 dtex x 2 cabos) en el sentido S y 8 hebras en el sentido Z usando la máquina de trenzado especializada descrita en el ejemplo 1 mientras se tensaba el cable 1,8 veces para obtener el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención. La composición y los resultados de la evaluación del cable elástico de transmisión de señales resultante también se muestran en la tabla 2.

(Ejemplo comparativo 2)

50 Usando el cuerpo cilíndrico elástico obtenido en el ejemplo 3 como núcleo, se obtuvo un cable de transmisión de señales cubriendo dos veces el núcleo con alambres conductores (Tatsuno Wire Co., Ltd., 2USTC: 30 μ m x 90 hebras) mediante una torsión inferior en el sentido Z a 133 T/M y una torsión superior en el sentido S a 125 T/M mientras se tensaba el núcleo 3 veces usando la máquina de recubrimiento doble descrita en el ejemplo 6. Además, mientras se utilizaba este cable de transmisión como núcleo, se cubrió el núcleo dos veces con alambres conductores (Tatsuno Wire Co., Ltd., 2USTC: 30 μ m x 90 hebras) mediante una torsión inferior en el sentido Z a 133 T/M y una torsión superior en el sentido S a 125 M/T mientras se tensaba el núcleo 2,9 veces para obtener un cable elástico de transmisión de señales enrollado mediante cuatro alambres conductores enrollando dos en el sentido S y dos en el sentido Z. La composición y los resultados de la evaluación del cable elástico de transmisión de señales resultante también se muestran en la tabla 2.

60 (Ejemplo comparativo 3)

65 Se doblaron dos fibras elásticas largas de poliuretano de 1870 dtex (Asahi Kasei Fibers Corp., nombre comercial: Roica) y se usaron como núcleo, y se cubrió el núcleo dos veces con alambres conductores (Tatsuno Wire Co., Ltd., 2USTC: 30 μ m x 24 hebras) mediante una torsión inferior en el sentido Z a 426 T/M y una torsión superior en el

5 sentido S a 370 T/M mientras se tensaba el núcleo 3 veces usando una máquina de recubrimiento doble (Kataoka Machine Industrial Co., Ltd., Modelo SSC) para obtener alambres conductores elásticos. Utilizando la máquina de trenzado especializada descrita en el ejemplo 1, se usaron estos cuatro alambres conductores como núcleo y se enrollaron 8 hebras de nailon de tipo lana (230 dtex x 2 cabos) en el sentido S y se enrollaron 8 en el sentido Z mientras se tensaba el núcleo 1,8 veces para formar una capa de recubrimiento externa y obtener un cable elástico de transmisión de señales que tiene cuatro alambres conductores. La composición y los resultados de la evaluación del cable elástico de transmisión de señales resultante también se muestran en la tabla 2. Además, este cable elástico de transmisión de señales se usó empaquetando dos de los alambres conductores enrollados elásticos en los sentidos S/Z para obtener dos alambres conductores.

10

Tabla 2

	Composición										Resultados de la evaluación																								
	Cuerpo cilíndrico elástico					Parte conductora					Recubrimiento					Elasticidad del cable					Propiedades de transmisión					Resistencia eléctrica					Durabilidad con tensado repetido				
	Material	Elasticidad del 10%	Tasa de recuperación del tensado del 100%	Alambres conductores	N.º de alambres	Relación posicional de múltiples alambres conductores	Inclusiones entre alambres conductores	Cuerpo de filamento aislante enrollado en sentido opuesto al de los alambres conductores	Situación de enrollado (*)	Diámetro enrollado (mm)	Intervalo de paso de alambre conductor proximal (mm)	Media/variación r	Contenido	Elasticidad al 10%	Tensado al 20%	Recuperación	Carga (cN)	Recuperación	Carga (cN)	Recuperación	Pérdida de transmisión a 250 MHz (dB)	Pérdida de transmisión a 500 MHz (dB)	Pérdida de transmisión del dispositivo USB	Resistencia eléctrica (Ω)	Rotura	Durabilidad con tensado repetido	Funcionamiento del dispositivo USB	Pérdida de transmisión de 250 MHz (dB)	Funcionamiento del dispositivo USB						
Ej. 7	Caucho natural	A	98	2USTC 30/90	4	z	A	A	Ninguna	Si	Interior/exterior	2,8	3,2	0,8	0,1	W/N 230 drex x 2, 16 cuerdas	A	117	A	193	A	6,1	8,8	A	0,73	A	6,2	A	A						
Ej. 8				2USTC 30/180	4	z	A	A	Ninguna	Si	Interior/exterior	3	4,7	1,2	0,3		A	125	A	206	A	6,0	8,5	A	0,35	A	6,0	A	A						
Ej. 9				2USTC 30/90	4	z	A	B	Ninguna	No	-	3,1	3,2	0,3	0,8		A	122	A	203	A	6,8	11,0	B	0,78	B	7,3	B	B						
Ej. 10				2USTC 30/90	4	z	A	B	Ninguna	Si	Exterior	3	3,3	0,3	0,6		A	127	A	210	A	6,5	10,2	B	0,75	B	6,9	B	B						
Ej. 11				2USTC 30/90	4	z	A	A	Si	Si	Interior/exterior	2,8	4	1	0,1		A	129	A	214	A	5,4	8,3	A	0,65	AA	5,4	A	A						
Ej. co. 12				2USTC 30/90	4	S/Z, S/Z	B	C	No	No	-	3,2	-	-	-		A	130	A	205	A	17,3	23,0	C	0,79-0,89	C	-	-	-						
Ej. co. 13				USTC 30/24	****)	B	C	C	No	No	-	-	-	-	-		A	160	A	330	A	11,0	14,0	C	1,55	D	-	-	-						

*) Indica la situación antes de formar la capa de recubrimiento externa

**) Fibras elásticas largas de poliuretano

***) Cuatro de los alambres conductores anteriores fueron doblados tras el enrollado mediante S/Z sobre fibras largas de poliuretano

Nota: Los ejemplos 9 y 10 no son según la invención

5 Tal como se puede observar en la tabla 2, enrollar un cuerpo filamentosos aislante en un sentido opuesto al de los alambres conductores mejoró la durabilidad con un tensado repetido, y más preferentemente, el cuerpo filamentosos aislante es enrollado haciéndolo pasar alternativamente del interior al exterior de los alambres conductores. Además, también se puede observar que interponiendo otro cuerpo filamentosos aislante (inclusión que contiene aire) entre los alambres conductores, las variaciones en el intervalo entre alambres conductores debido a tensado se pueden mantener a un nivel bajo y se puede mejorar la durabilidad con respecto a un tensado repetido.

10 Se tomaron muestras de muestras de 1 m de los cables elásticos de transmisión de señales de los ejemplo 3, 5 y 6 y se tensaron al 30% seguido por la medición del intervalo entre alambres conductores. A continuación, se conectaron las líneas de señal contenidas en el cable y dos alambres conductores adyacentes a las líneas de a un conector SMA, y se fijó una parte de 50 cm de la zona central de los cables en su posición tras el tensado al 30% (15 cm) seguido por la investigación de las propiedades de transmisión cuando estaban tensados. Además, se conectaron las dos líneas de contenidas en los cables a dos terminales de señales de un conector para medir la impedancia característica diferencial (figura 6), se empaquetaron los dos alambres conductores restantes y se conectaron a un terminal de tierra, y se midió la impedancia característica diferencial en estado sin tensión. Estos resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3

	Diámetro externo cuando está sin tensión (mm)	Intervalo de paso cuando está sin tensión (mm)	Intervalo de alambre conductor proximal		Propiedades de la transmisión				Impedancia característica diferencial		
			Sin tensión		Pérdida de transmisión (250 MHz)		Impedancia característica				
			Intervalo medio (d) (mm)	Variación r (mm)	Intervalo medio (d') (mm)	Variación (r') (mm)	Sin tensión (db)	Tensado al 30% (dB)		Sin tensión (Ω)	Tensado al 30% (Ω)
Ej. 3	2,8	3,2	0,8	0,1	1,0	0,2	5,6	6,2	98-105	93-101	95-105
Ej. 5	6,5	9,0	2,0	2,2	2,6	2,9	8,0	9,7	120-250	95-170	200-400
Ej. 6	3,0	3,2	0,8	0,5	1,0	0,7	7,5	8,8	105-145	75-115	90-110

Note: Los ejemplos 5 y 6 no son según la invención

Según estos resultados, se puede observar que los cables elásticos de transmisión de señales de la presente invención apenas demuestran ningún cambio en el intervalo entre alambres conductores cuando se tensan. Además, los cambios en la impedancia también fueron bajos y se puede observar que los cambios en la pérdida de transmisión son menores de 2 dB.

5

(Ejemplo 12)

Se introdujo el cable elástico de transmisión de señales obtenido en el ejemplo 3 en un tubo elástico de caucho sintético NPR1241-01 (Aram Corp.) y fue sometido a tratamiento térmico durante 10 minutos a 120 °C para formar una capa de recubrimiento externa y obtener un cable elástico de transmisión de señales.

10

(Ejemplo 13)

Tras sumergir el cable elástico de transmisión de señales obtenido en el ejemplo 7 durante 5 minutos en una solución acuosa que contenía AG7000 al 5% (Meisei Chemical Works Ltd.) e isopropanol al 1% a temperatura ambiente, se colocó el cable sobre un fragmento de papel de filtro y se permitió que escurriera durante 30 segundos seguido por un secado durante 30 minutos en una secadora a 80 °C. A continuación, se sometió el cable a tratamiento térmico durante 2 minutos en una secadora regulada a 160 °C. Se extrajo el cable de la secadora y se permitió que se enfriara a temperatura ambiente para obtener un cable elástico de transmisión de señales que tenía una capa de recubrimiento externa repelente al agua.

15

20

Se llevaron a cabo pruebas de resistencia al agua usando los cables elásticos de transmisión de señales obtenidos en los ejemplos 7, 12 y 13, y los resultados de la evaluación se muestran en la tabla 4. Puede observarse que la resistencia al agua mejora considerablemente como resultado de cubrirlos con un tubo de caucho. Además, el tratamiento de repelencia al agua indicó que podían obtenerse efectos de impermeabilidad simples.

25

Tabla 4

	Composición										Resultados de la evaluación						
	Cuerpo cilíndrico elástico		Parte conductora							Recubrimiento		Elasticidad		Propiedades de transmisión		Resistencia eléctrica (Ω/m)	Resistencia al agua
	Material	Elasticidad	Alambres conductores	Nº	Relación posicional de alambres conductores	Sentido de enrollamiento	Uniformidad direccional	Paralelismo	Presente	Cuerpo filamentososo aislante enrollado en sentido opuesto al de los alambres conductores	Método de enrollamiento	Material	Tensado al 20%	Pérdida de transmisión a 250 mHz	Pérdida de transmisión a 500 MHz		
Ej. 7	Caucho natural	A	2USTC 30/90	4	Z	A	A	Sí	Interior/ exterior	W/N 230 dtex x 2 cabos, 16 cuerdas	117	A	6,1	8,8	A	0,73	C
Ej. 12										Tubo de caucho	1250	A	6,2	12,5	B	0,68	A
Ej. 13										W/N 230 dtex x 2 cabos, 16 cuerdas + tratamiento de repelencia al agua	110	A	6,1	8,8	A	0,74	B

APLICABILIDAD INDUSTRIAL

5 El cable elástico de transmisión de señales de la presente invención es preferente como cableado de señales de dispositivos que tienen partes de curvatura que sufren curvado y tensado tales como aplicaciones en el campo de los robots así como dispositivos llevados en el cuerpo y dispositivos llevados en la ropa, y particularmente es adecuado para su utilización en robots humanoides (cableado interno y cableado de revestimiento externo), dispositivos servoasistidos y dispositivos electrónicos llevables. Además, el cable elástico de transmisión de señales de la presente invención también puede ser utilizado preferentemente en campos tales como diversos tipos de robots (tales como robots industriales, robots domésticos y robots utilizados como entretenimiento), dispositivos de ayuda para la rehabilitación, equipos portátiles de medición de datos, dispositivos de captura de movimientos, ropa de protección equipada con dispositivos electrónicos, controladores de videojuegos (incluyendo los llevados en el cuerpo) y microauriculares.

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cable elástico de transmisión de señales que tiene una elasticidad del 10% o más y una pérdida de transmisión de 7 dB/m o menos en una situación sin tensión a 250 MHz, y que comprende un cuerpo cilíndrico elástico (1) que tiene una elasticidad del 10% o más y una parte conductora que contiene al menos dos alambres (2, 3) conductores enrollados en el mismo sentido y un cuerpo filamentosamente aislante (4) enrollado en el sentido opuesto al de los alambres conductores alrededor del cuerpo cilíndrico elástico (1), en el que el cuerpo filamentosamente aislante (4) está pasando alternativamente a través de un intersticio entre el cuerpo cilíndrico elástico (1) y uno o una serie de alambres conductores (2) y el exterior de uno o una serie de alambres conductores (3) adyacentes a los alambres conductores (2).
- 10
2. Cable elástico de transmisión de señales, según la reivindicación 1, en el que un cuerpo filamentosamente aislante adicional está interpuesto entre los alambres conductores (2, 3).
- 15 3. Cable elástico de transmisión de señales, según la reivindicación 1 ó 2, en el que la variación r en el intervalo entre alambres conductores proximales es tal que $0 \leq r \leq 4d$ (en que d es el intervalo medio entre alambres conductores proximales cuando están sin tensión), el intervalo medio d' cuando se tensa mediante un tensado arbitrario hasta el límite de tensado está dentro del intervalo de $1/2d$ a $4d$, y no existe desviación con respecto a este intervalo ni siquiera con tensado repetido.
- 20 4. Cable elástico de transmisión de señales, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el diámetro enrollado de los alambres conductores es de 0,05 a 30 mm y el paso de enrollado de los alambres conductores es de 0,05 a 50 mm y el intervalo entre alambres conductores proximales es 0,01 a 20 mm.
- 25 5. Cable elástico de transmisión de señales, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que tiene además una capa de recubrimiento externa compuesta por una fibra aislante alrededor del exterior de la parte conductora.
- 30 6. Cable elástico de transmisión de señales, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que tiene además una capa de recubrimiento externa compuesta por una resina que tiene la elasticidad del caucho alrededor del exterior de la parte conductora.
- 35 7. Cable elástico de transmisión de señales, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la carga de tensado al 20% es menor de 5.000 cN, y la tasa de recuperación del tensado al 20% es del 50% o más.
- 40 8. Procedimiento de fabricación del cable elástico de transmisión de señales, según la reivindicación 1, que comprende: enrollar una serie de alambres conductores (2, 3) en el mismo sentido alrededor del cuerpo cilíndrico elástico (1), con el cuerpo cilíndrico elástico (1) en estado tensado, y enrollar adicionalmente al menos un cuerpo filamentosamente aislante (4) alrededor del cuerpo cilíndrico elástico (1) en el sentido opuesto al de los alambres conductores (2, 3), a la vez que se hace pasar alternativamente a través de un intersticio entre el cuerpo cilíndrico elástico (1) y uno o una serie de alambres conductores (2) y el exterior de uno o de una serie de alambres conductores (3) adyacentes a los alambres conductores, utilizando un aparato que tiene la función de tensar el cuerpo cilíndrico elástico (1), la función de enrollar una serie de alambres conductores (2, 3) en el mismo sentido alrededor del cuerpo cilíndrico elástico, y la función de enrollar al menos un cuerpo filamentosamente aislante (4) en el sentido opuesto al del sentido anterior.
- 45 9. Procedimiento de fabricación del cable elástico de transmisión de señales, según la reivindicación 2, que comprende: enrollar una serie de alambres conductores (2, 3) y un cuerpo filamentosamente aislante interpuesto entre los alambres conductores (2, 3) en el mismo sentido alrededor del cuerpo cilíndrico elástico (1) con el cuerpo cilíndrico elástico (1) en situación de tensado, y enrollar adicionalmente al menos un cuerpo filamentosamente aislante (4) alrededor del cuerpo cilíndrico elástico en el sentido opuesto al de los alambres conductores (2, 3) mientras se hace pasar alternativamente a través de un intersticio entre el cuerpo cilíndrico elástico (1) y uno o una serie de alambres conductores (2) y el exterior de uno o una serie alambres conductores (3) adyacentes a los alambres conductores, utilizando un aparato que tiene la función de tensar el cuerpo cilíndrico elástico (1), la función de enrollar una serie de alambres conductores (2, 3) y al menos un cuerpo filamentosamente aislante en el mismo sentido alrededor del cuerpo cilíndrico elástico (1), y la función de enrollar al menos un cuerpo filamentosamente aislante (4) en el sentido opuesto al del sentido anterior.
- 50
- 55

Fig.1

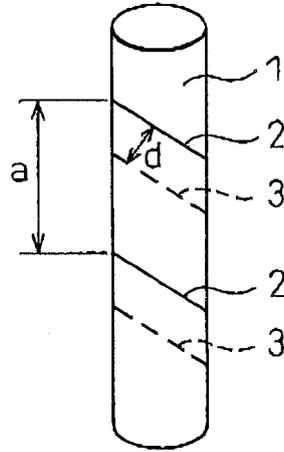


Fig.2

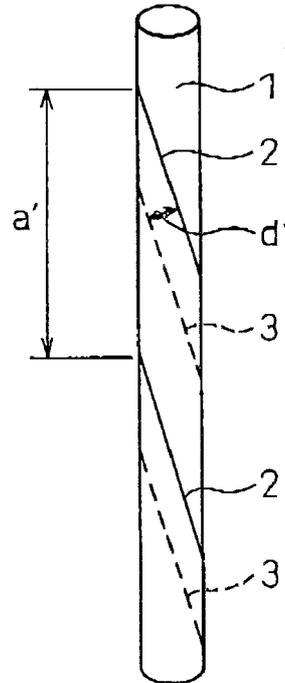


Fig.3

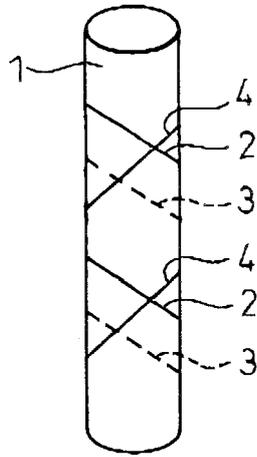


Fig.4

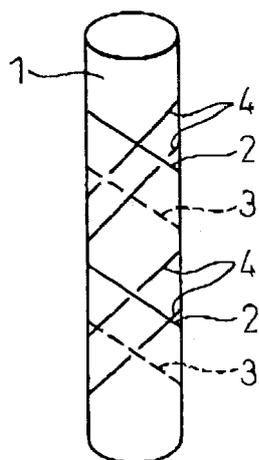


Fig.5

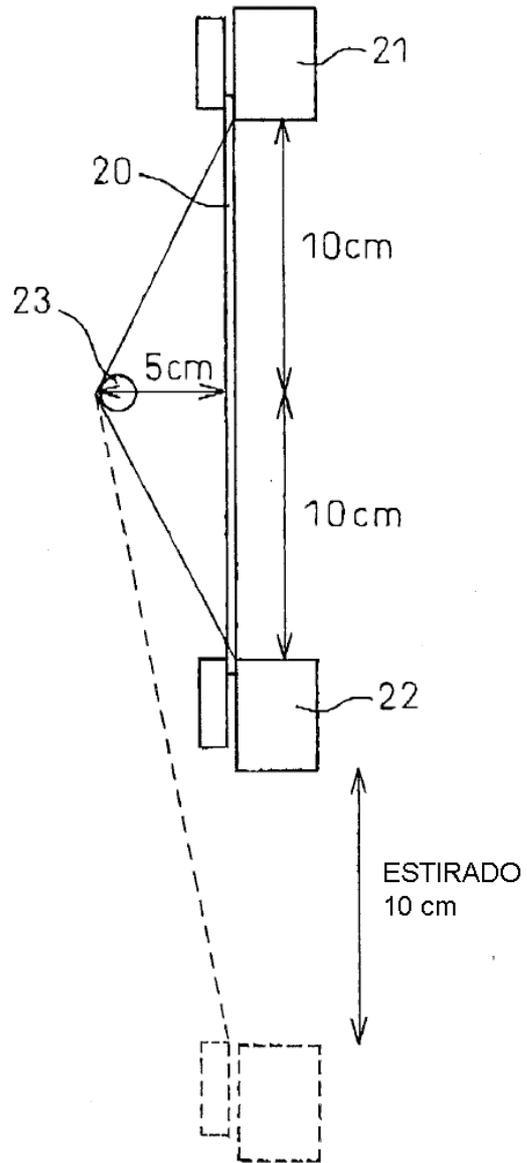


Fig.6

