

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 098**

51 Int. Cl.:

H01B 13/016 (2006.01)

H01B 13/26 (2006.01)

B23K 9/025 (2006.01)

B21C 37/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2019** **E 19306240 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024** **EP 3799083**

54 Título: **Procedimiento para producir cables coaxiales con un conductor exterior, radialmente cerrado, de pared delgada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.11.2024

73 Titular/es:

NEXANS (100.0%)
4, Allée de l'Arche
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

EGERER, RALF;
PETERSEN, OLAF y
DINKEL, STEVEN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 989 098 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

Procedimiento para producir cables coaxiales con un conductor exterior, radialmente cerrado, de pared delgada

Ámbito

- 5 La invención se refiere a la producción de cables coaxiales con un conductor exterior de metales no ferrosos, en particular a la producción continua de tales cables con conductores exteriores de pared delgada.

Trasfondo

- 10 Como conductores exteriores de cables de alta frecuencia o cables coaxiales se pueden utilizar perfiles huecos de pared delgada, radialmente cerrado, en particular con sección transversal circular. En el centro de dicho perfil hueco se dispone entonces un conductor interior envuelto por un dieléctrico. El dieléctrico puede estar compuesto, por ejemplo, de un plástico con una constante dieléctrica relativa adecuada, pero también es posible separar el conductor interior del conductor exterior esencialmente solo mediante aire u otro gas eléctricamente no conductor. Para ello se puede sujetar el conductor eléctrico interior mediante distanciadores dispuestos a intervalos en el centro del perfil hueco o se puede utilizar un plástico a espumoso de poros grandes, que contenga predominantemente aire o el gas. Para conseguir una mejor flexibilidad del cable coaxial, necesaria para el tendido en diferentes direcciones con radios de curvatura lo más pequeños posibles, y al mismo tiempo obtener un conductor exterior dimensionalmente estable, el conductor exterior del cable coaxial está provisto de un corrugación helicoidal o paralela, como se muestra en la Figura 4 a modo de ejemplo. El proceso de corrugación requiere que el espesor de pared del perfil hueco que forma el conductor exterior sea lo más uniforme posible, siendo deseable al mismo tiempo un espesor de pared lo más delgado posible por razones de ahorro de material y de costes. Además, es deseable que el conductor exterior se produzca en un proceso continuo para poder producir longitudes continuas mayores de cable coaxial.
- 15
- 20

En un proceso continuo para producir cables coaxiales, un núcleo de cable que consta de un conductor interno y un dieléctrico se alimenta a un proceso de conformado de tubos. En el proceso de conformado de tubos, una tira plana hecha de un metal no ferroso, por ejemplo cobre, se transforma en un tubo ranurado longitudinalmente que envuelve el núcleo del cable. La tira plana, conformada a un tubo, se suelda longitudinalmente a lo largo de la ranura y luego se corruga.

- 25 La soldadura se realiza mediante procedimiento de arco voltaico como la soldadura con gas inerte de tungsteno (TIG). Sin embargo, esto significa que los espesores de pared inferiores a 0,15 mm no se sueldan de forma segura para el proceso. Los tubos soldados mediante el conocido procedimiento de arco voltaico presentan además un pronunciado engrosamiento de soldadura que penetra en el interior del tubo y que influye negativamente en las propiedades electromagnéticas del cable coaxial. Además, con el procedimiento conocido no se pueden producir tubos con un diámetro de soldadura inferior a Ø 4,0 mm. Esto limita las dimensiones del tubo corrugado que forma el conductor exterior y, por tanto, también el diámetro mínimo del cable coaxial. Esto conduce a su vez a un mayor radio de curvatura mínimo del cable coaxial.
- 30

- 35 Para determinadas aplicaciones son especialmente adecuados los perfiles huecos de metales no ferrosos (metales NE), por ejemplo cobre o aluminio. Especialmente los tubos de cobre se pueden utilizar también como pantallas eléctricas o conductores externos en cables coaxiales o para guías de ondas. En los cables coaxiales se necesitan perfiles huecos de pared delgada con diámetros comparativamente pequeños y espesores de pared reducidos, entre otras cosas para reducir el consumo de materiales y el peso. En particular, espesores de pared inferiores a 0,15 mm, independientemente del diámetro del tubo, ya no se pueden producir de forma segura para el proceso y con la calidad de soldadura requerida mediante soldadura por arco voltaico. Por lo tanto, los perfiles huecos de metales no ferrosos con espesores de pared y diámetros menores que los mencionados deben alcanzar las dimensiones finales deseadas mediante pasos de procesamiento posteriores a la producción real del tubo. Dado que en la producción continua de cables coaxiales largos el conductor interior y el aislamiento deben insertarse antes de la soldadura en la tira plana de metal no ferroso conformada a un perfil hueco ranurado, después de la soldadura ya no se pueden utilizar procesos de embutición para reducir el espesor de la pared. Por lo tanto, el perfil hueco ya debe estar producido de un material con el espesor de pared deseado.
- 40

- 45 Por el documento de patente US 5515603 se conoce un procedimiento para producir un cable coaxial, en el que un conductor interior envuelto por un dieléctrico se introduce en un conductor exterior, que se produce a partir de una tira metálica plana mediante conformado y se suelda a lo largo de forma continua. El conductor interior se encuentra inicialmente suelto en el perfil hueco que se cierra después de la soldadura. El conductor coaxial solo se completa después de un proceso de embutición posterior a la soldadura, en el que las dimensiones de la sección transversal se reducen hasta que descansan sobre el dieléctrico que envuelve el conductor interior.
- 50

En el artículo técnico "Laser Processing of Reflective Materials" von Mohammed Naeem, erschienen im Laser Technik Journal, No. 1, Januar 2013, S. 18 - 20, se analizan diferentes niveles de absorción de los metales, incluidos los metales

no ferrosos, especialmente en lo que respecta al rendimiento requerido para aplicaciones de soldadura y corte. El artículo técnico también analiza la dependencia de la temperatura de la absorción y el apoyo de gases, por ejemplo el oxígeno, en los procesos de corte por láser.

5 Por la publicación JPH 09-220 682 A1 se conoce un procedimiento para soldar acero inoxidable mediante láser, utilizándose gases protectores como helio y nitrógeno o mezclas de los mismos para evitar una oxidación no deseada del acero inoxidable en la zona del cordón de soldadura.

10 Por la publicación US 2017/0312854 A1 se conocen un procedimiento y un dispositivo para producir tubos metálicos a partir de tiras metálicas planas después de una correspondiente conformación y soldadura de cordón longitudinal. En el procedimiento conocido, primero se calienta el área de soldadura mediante un láser de menor potencia y solo se suelda en una segunda pasada con una potencia de láser mayor. La alimentación no se produce de forma continua por secciones.

La publicación US 2015/0162729 A1 da a conocer un dispositivo para eliminar capas plásticas aislantes alrededor de un conductor eléctrico usando un láser que emite luz azul o ultravioleta con longitudes de onda entre 400 nm y 460 nm. La capa aislante se corta con ayuda del láser a lo largo de la circunferencia del conductor eléctrico. Se proporciona un dispositivo de monitorización para evitar daños al conductor eléctrico por el rayo láser.

15 En principio, es ventajoso que los conductores coaxiales se produzcan en un proceso de producción en gran medida continuo, que debe interrumpirse lo menos posible para obtener tramos lo más largos posible. Si es necesario, se pueden cortar tramos de la longitud requerida de los conductores coaxiales largos, dejando solo un pequeño resto del corte, si es que queda alguno. En general, cualquier ahorro en los pasos del proceso durante la producción es, por supuesto, ventajoso.

20 Por lo tanto, un objeto de la invención es proporcionar un procedimiento que reduzca la cantidad de material requerido para la producción continua de grandes longitudes de cables coaxiales y permita un peso reducido del cable.

Resumen de la invención

Este objeto se logra mediante el procedimiento especificado en la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se especifican perfeccionamientos y configuraciones adicionales.

25 En el procedimiento de acuerdo con la invención para la producción continua de cables coaxiales de pared delgada, en particular de sección transversal pequeña, se suministra en primer lugar una tira plana de un metal no ferroso, cuyo espesor corresponde al espesor de pared del conductor exterior del cable coaxial a producir. El ancho de la tira metálica alimentada corresponde preferiblemente ya a la circunferencia del conductor exterior del cable coaxial. Si la cinta metálica que se alimenta es más ancha de lo que requiere la circunferencia del conductor exterior del cable coaxial, o si los bordes de la
30 cinta metálica no son lo suficientemente lisos, la cinta metálica se puede recortar a medida en uno o dos lados en un proceso continuo durante la alimentación. En la presente descripción, el término "cable coaxial de sección transversal pequeña" se refiere a cables coaxiales con secciones transversales de unos pocos milímetros. El término "pared delgada" se refiere a espesores de pared inferiores a 0,15 mm. El término metal no ferroso se utiliza en esta descripción tanto para los propios metales como para sus aleaciones.

35 La tira metálica del ancho correspondiente se conforma mediante un proceso de conformación continua de una o varias etapas hasta obtener un perfil hueco que tiene la sección transversal deseada y que forma el conductor exterior del cable coaxial. El proceso de conformación puede incluir el doblado en la dirección longitudinal de la tira en varias etapas, por ejemplo sobre rodillos y perfiles colocados apropiadamente. La sección transversal puede ser redonda, ovalada o poligonal según se desee. Antes o durante el proceso de conformación, antes de cerrar el perfil hueco, se alimenta el núcleo del
40 cable, que incluye un conductor interior envuelto con un dieléctrico. El núcleo del cable puede incluir capas adicionales.

El perfil hueco que ha alojado el núcleo del cable presenta después de su conformación una zona que discurre en la dirección longitudinal del perfil hueco, en la que los bordes de la tira metálica a ras entre sí. Los bordes a ras entre sí del perfil hueco están ahora soldados entre sí a lo largo del borde de apoyo y, por tanto, cerrados radialmente. De acuerdo con la invención, la soldadura se realiza con un láser que emite luz con una longitud de onda inferior a 600 nm, preferiblemente en un rango entre 550 y 450 nm. De acuerdo con la invención también se pueden utilizar ventajosamente longitudes de onda en un intervalo inferior a 450 nm. El láser aplica energía luminosa a un punto en el área de soldadura, que es absorbida y convertida en calor cuando golpea la superficie del material de soldadura. La luz en los rangos de longitud de onda mencionados, utilizados de acuerdo con la invención es absorbida mucho mejor por muchos metales no ferrosos, incluso a temperatura ambiente, que, por ejemplo, la luz en el espectro infrarrojo con longitudes de onda
50 superiores a aproximadamente 800 nm. De hecho, muchos metales no ferrosos absorben tan mal la luz en longitudes de onda superiores a aproximadamente 600 nm, que para soldar el metal no ferroso se necesitarían láseres con potencias de salida particularmente altas y medidas de enfriamiento especiales. Además, la absorción en longitudes de onda superiores

a 600 nm depende en gran medida de la naturaleza de la superficie, mientras que en las longitudes de onda utilizadas de acuerdo con la invención la influencia de la calidad de la superficie se reduce considerablemente. Además, debido a la fuerte dependencia de temperatura de la absorción, especialmente en longitudes de onda más largas, se requiere un control rápido de la energía aplicada al área de soldadura activa, lo cual es casi imposible de realizar, de modo que la calidad del cordón de soldadura puede variar mucho. El uso de acuerdo con la invención de luz con longitudes de onda inferiores a 600 nm produce un baño de fusión más estable y conduce a un proceso global más estable que, con una alta eficiencia energética del proceso de soldadura, proporciona perfiles huecos soldados longitudinalmente de alta calidad y produce menos desperdicio. Además, dado que la longitud de onda utilizada de acuerdo con la invención es inferior a 600 nm, no es necesario preparar el área de soldadura, lo que reduce la reflexión y, por tanto, aumenta la absorción de la luz láser. Por ejemplo, no es necesario raspar ni precalentar el área de soldadura y no es necesario aplicar una capa de material en el área de soldadura, que actúa como "intermediario" y convierte la energía luminosa irradiada en calor y la libera al material de soldadura, de modo que su grado de absorción, dependiente de la temperatura, se encuentre en rangos más favorables para la longitud de onda utilizada. Esto elimina el riesgo de que partes del material utilizado como intermediario entren en el cordón de soldadura.

La luz absorbida provoca que el metal se caliente intensamente. Para poder aportar suficiente energía al material a soldar, la luz debe estar fuertemente focalizada. También se requiere una focalización intensa porque la soldadura solo debe realizarse en el área de contacto de los bordes a lo largo de la ranura. Debido a la conducción de calor dentro del metal no ferroso, las zonas inmediatamente adyacentes al punto de incidencia del rayo láser también pueden calentarse intensamente y eventualmente fundirse. Especialmente en el caso de pequeñas dimensiones de sección transversal de los perfiles huecos a producir, por ejemplo con diámetros inferiores a 4 mm, la focalización del rayo láser es por lo tanto de gran importancia para evitar el flujo incontrolado de material licuado o un desgarro de material. En el procedimiento de acuerdo con la invención, el rayo láser sobre la pieza de trabajo tiene un diámetro de como máximo el 20% de las dimensiones de sección transversal del perfil hueco, preferiblemente menos del 10%. Los ensayos han demostrado que con diámetros del rayo láser de hasta el 5% de las dimensiones de sección transversal se pueden conseguir cordones de soldadura de buena calidad, aunque en este caso pueden ser necesarias otras medidas, como por ejemplo desplazar el punto focal sobre el área de soldadura. Por tanto, para un perfil hueco con un diámetro de 4 mm, el diámetro del rayo láser puede ser, por ejemplo, de 400 µm, preferiblemente de 200 µm o menos. El término dimensiones de la sección transversal utilizado en esta descripción puede referirse a un diámetro de un perfil hueco o a longitudes de borde. Según el contexto, el término también puede referirse a radios de curvatura de bordes o similares.

La alta densidad de energía local en el punto de incidencia del rayo láser sobre la pieza provoca una fusión local del material a ambos lados del borde de apoyo, de modo que las masas fundidas fluyen una dentro de otra. El material se solidifica de nuevo cuando ya no es alcanzado por el rayo láser y forma el cordón de soldadura. Dado que el perfil hueco en el que se aloja el núcleo del cable es guiado continuamente por delante del láser estacionario, se crea un cordón de soldadura continuo que une los dos bordes. Para evitar un flujo incontrolado del material líquido, que tiene un espesor de pared pequeño, es necesario coordinar la potencia de láser aplicada y la velocidad con la que el tubo pasa por delante del láser. Con una coordinación adecuada se obtienen cordones de soldadura suaves tanto en el exterior como en el interior, que no requieren tratamiento posterior alguno.

A diferencia de la soldadura por arco voltaico conocida según el proceso de gas inerte de tungsteno (TIG) o el proceso de gas inerte de metal (MIG), que impiden que la masa fundida reaccione a través de la atmósfera entre gases con el aire ambiente y, por lo tanto, permiten altas calidades de costura en la soldadura por láser utilizada, en la invención, debido a la mejor controlabilidad del aporte de energía, incluso sin gases protectores, se sueldan entre sí metales no ferrosos con espesores de material inferiores a 0,15 mm, de tal manera que no se forme engrosamiento de soldadura alguno en el interior del tubo, al que ya no se puede acceder libremente debido al núcleo del cable. En configuraciones del procedimiento, el punto de soldadura todavía está rodeado o cubierto con un gas protector inerte, por ejemplo argón. El uso de una atmósfera de gas protector puede depender, entre otras cosas, del material a soldar y de su espesor.

El aporte de energía por parte del láser se puede controlar mediante la focalización un área objetivo más grande, de modo que la energía disponible actúe según sea necesario sobre un área más grande o más pequeña, o moviendo hacia adelante y hacia atrás apropiadamente un rayo láser focalizado de manera especialmente estrecha. La focalización en un área objetivo más grande también puede formarse mediante un perfil láser que tiene un punto de focalización central de alta intensidad y un área anular de menor intensidad que rodea el punto de enfoque central. Esto permite calentar o enfriar específicamente el área de soldadura conforme a un perfil de temperatura, lo que puede dar como resultado un cordón de soldadura más limpio y se puede influir específicamente en la estructura de solidificación. Además, los rayos láser pueden ser pulsados de forma sencilla, controlándose el aporte de energía, por ejemplo, mediante la duración de pulso y la distancia entre pulsos.

La soldadura por láser, también conocida como soldadura por conducción de calor, produce un cordón de soldadura suave y redondeado que ya no necesita ser repasado. Durante la soldadura por conducción de calor, la energía se distribuye fuera del área en la que incide el láser únicamente a través de la conducción de calor hacia la pieza de trabajo. Por lo tanto, la profundidad del cordón, dependiendo de la potencia del láser y de la conductividad térmica del material, es de solo unas pocas décimas de milímetro a aproximadamente 1 milímetro. La conductividad térmica del material limita la profundidad

de cordón máxima. Como regla general, el ancho de cordón es mayor que la profundidad de cordón. Si el calor no puede disiparse lo suficientemente rápido, la temperatura de procesamiento aumenta por encima de la temperatura de evaporación, de modo que se crea vapor de metal y la profundidad de soldadura aumenta dramáticamente. Luego el proceso pasa a la soldadura profunda.

5 La alta calidad del cordón de soldadura en el exterior y especialmente en el interior del tubo producido de acuerdo con la invención, debido al aporte de energía finamente controlable en el punto de soldadura, que no presenta un engrosamiento de material pronunciado a lo largo del cordón de soldadura, permite producir cables coaxiales con espesores de pared delgados y diámetros pequeños en un proceso continuo.

10 En una o más configuraciones del procedimiento, se mide el ancho de la tira alimentada y se ajusta el ancho de corte dependiendo del resultado de la medición y de un valor predeterminado. El ancho corresponde aproximadamente a la circunferencia del perfil hueco que forma el conductor exterior del cable coaxial a lo largo de la fibra neutra. El valor predeterminado se puede hacer variar y un dispositivo de conformación se puede controlar en consecuencia dependiendo del ancho variable de la tira, para, por ejemplo, ajustar la cantidad de material necesaria para un cordón de soldadura limpio.

15 En configuraciones del procedimiento se mide un perfil de temperatura transversalmente al cordón de soldadura. El perfil de temperatura medido se puede utilizar para controlar la energía aplicada al punto de soldadura. El perfil de temperatura medido se puede comparar, por ejemplo, con un perfil predeterminado, y el control de la energía aplicada puede incluir una variación del diámetro de focalización, una trayectoria descrita por el punto de focalización sobre el material de soldadura y/o un cambio en la duración del pulso y/o la distancia entre pulsos del rayo láser. También es concebible regular la
20 velocidad de alimentación en función del perfil de temperatura medido. El perfil de temperatura medido también se puede guardar con fines de gestión de calidad y documentación.

En configuraciones del procedimiento, el cordón de soldadura se verifica mediante ultrasonidos, rayos X, medición de corrientes parásitas u otros procedimientos de medición no destructivos. Los resultados de la verificación se pueden utilizar, por ejemplo, para controlar la energía aplicada al punto de soldadura y/o la velocidad de alimentación.

25 En configuraciones del procedimiento se determina una fuerza de tracción que actúa sobre la tira plana de metal no ferroso y/o sobre el cable coaxial soldado y, con la fuerza de tracción previamente determinada, se controlan los accionamientos que alimentan la tira plana para su conformación y/o soldadura y/o alimentar el cable coaxial soldado a un dispositivo de corrugación o recepción. Una fuerza de tracción excesiva puede provocar la rotura de la tira, especialmente cuando se alimenta con espesores muy pequeños, lo que interrumpiría el proceso. Lo mismo se aplica a la fuerza de tracción que
30 actúa sobre el cable coaxial soldado.

Un dispositivo no reivindicado para la producción continua de cables coaxiales con un conductor exterior de pared delgada, radialmente cerrado, hecho de metal no ferroso, comprende un dispositivo de alimentación diseñado para alimentar una tira plana del metal no ferroso. El dispositivo de alimentación puede comprender, por ejemplo, un soporte para una tira plana de metal no ferroso enrollada en una bobina o rollo. La tira se desenrolla de la bobina y se introduce en un dispositivo
35 de conformación, que transforma la tira plana hecha de metal no ferroso en el perfil hueco que forma el conductor exterior del cable coaxial de tal manera que los bordes opuestos de la tira plana de metal no ferroso chocan uno contra otro truncados a ras. El dispositivo de conformación puede presentar, por ejemplo, varios rodillos y perfiles, por ejemplo hileras de estirar, que durante su paso en dirección longitudinal conforman la tira al perfil hueco deseado. El dispositivo de conformación también puede presentar dos o más medios de guía separados entre sí en la dirección longitudinal de la tira o perfil hueco conformado, entre los cuales los bordes se mantienen a ras entre sí al menos en un punto a soldar. Si es necesario, la tira se puede guiar lateralmente en uno o más puntos delante y dentro de la herramienta para minimizar el movimiento lateral de la tira.

40 El dispositivo no reivindicado comprende también un dispositivo de alimentación diseñado para alimentar un núcleo de cable adaptado a las dimensiones del perfil hueco. El núcleo del cable incluye un conductor interno envuelto con un dieléctrico y posiblemente otras capas. El dispositivo de avance alimenta el núcleo del cable con una velocidad adaptada a la velocidad de alimentación del perfil hueco soldado.

El dispositivo no reivindicado comprende además un dispositivo de soldadura que suelda los bordes que se encuentran al ras entre sí entre los medios de guía. El dispositivo de soldadura incluye un láser que emite luz con una longitud de onda inferior a 600 nm con una energía que provoca la fusión local del metal no ferroso en ambos lados de los bordes. Mediante
50 el avance continuo del perfil hueco conformado y soldado o del cable coaxial, las zonas en las que el material se ha fundido salen del área en la que el láser calienta el material y el material fundido se solidifica de nuevo. La energía que se aplica al material para calentarlo está adaptada al material, a su espesor y a la velocidad con la que el perfil hueco o el cable coaxial pasa por delante del punto de soldadura, de modo que el material se funde en una zona directamente adyacente a los bordes enrasados, sin embargo no fluye material líquido alguno al interior del perfil hueco. Mediante los medios de guía se
55 puede mantener constante la distancia entre la óptica del láser y los bordes del perfil hueco a soldar. Para mantener

constante la posición de los bordes adyacentes con respecto a la óptica del láser, en la ranura longitudinal entre los bordes delante del medio de guía se puede disponer una denominada espada, que cierra la ranura longitudinal para evitar torsión en espiral.

- 5 El dispositivo no reivindicado también comprende uno o más dispositivos de alimentación que transportan el cable coaxial soldado a un ondulator o corrugadora, que introduce un tornillo o corrugación paralela en el conductor externo del cable coaxial antes de que se transporte a un dispositivo de recepción que recibe el cable coaxial. El dispositivo de avance puede comprender, por ejemplo, uno o varios extractores de pinza, de perno, de disco o de correa de tipo conocido, pudiendo combinarse también diferentes dispositivos de avance. Los dispositivos de avance pueden estar dispuestos tanto delante como detrás de la corrugadora.
- 10 En una o varias configuraciones del dispositivo no reivindicado, delante del dispositivo de conformación está previsto un dispositivo de medición para determinar la fuerza de tracción. La fuerza de tracción determinada se puede alimentar a un sistema de control como valor real y se puede utilizar con un valor nominal para controlar los accionamientos del dispositivo, por ejemplo para regular la velocidad de alimentación de la tira de metal no ferroso. Además, detrás del dispositivo de soldadura puede estar dispuesto un dispositivo de medición y/o control, que mide la fuerza de tracción ejercida sobre el
- 15 perfil hueco soldado o el cable coaxial y/o controla el accionamiento del dispositivo de alimentación, que transporta el perfil hueco soldado al dispositivo receptor. La fuerza de tracción entre el dispositivo de alimentación y el dispositivo de recepción puede regularse, por ejemplo, mediante un bailarín que detecta el combado del perfil hueco soldado o del cable coaxial y alimenta las señales correspondientes a un control de accionamiento del dispositivo de recepción.
- 20 En una o más configuraciones, el dispositivo no reivindicado también comprende un dispositivo de corte dispuesto delante del dispositivo de conformación, mediante el cual se recortan uno o ambos bordes de la tira plana alimentada de metal no ferroso, correspondiendo el ancho de la tira recortada a la circunferencia del conductor exterior del perfil hueco que forma el cable coaxial. Con estas configuraciones se pueden producir sin mucho esfuerzo perfiles huecos para cables coaxiales con diferentes circunferencias cortando la tira metálica alimentada al ancho requerido y adaptando el resto de herramientas del dispositivo.
- 25 Las partes cortadas en uno o ambos bordes de la tira pueden, en una o más configuraciones, alimentarse a un dispositivo previsto para recibir residuos cortados.
- 30 En una o más configuraciones del dispositivo no reivindicado equipado con un dispositivo de corte, detrás del dispositivo de corte se proporciona un dispositivo de medición para medir el ancho de la tira cortada. El dispositivo de corte se puede controlar en función de los valores medidos para mantener el ancho deseado de la tira de metal no ferroso durante un largo período de tiempo. El dispositivo de corte se puede alimentar con los valores predeterminados correspondientes con los que se puede comparar el ancho medido de la tira de metal no ferroso para generar una señal de control para el ajuste del dispositivo de corte. El ancho corresponde aproximadamente a la circunferencia del perfil hueco que forma el conductor exterior del cable coaxial a lo largo de la fibra neutra.
- 35 El dispositivo de soldadura se puede configurar para soldar los bordes con la calidad requerida incluso con velocidades de alimentación lentas de la tira de metal no ferroso.
- 40 En una o más configuraciones, el dispositivo no reivindicado también comprende un dispositivo de medición para medir al menos una dimensión del cable coaxial después de la soldadura. Este dispositivo de medición se puede utilizar para el control de calidad integrado, al igual que un dispositivo de medición previsto en una o varias configuraciones para comprobar el cordón de soldadura y/o los defectos o faltas de homogeneidad del material. Las dimensiones se pueden medir preferiblemente sin contacto, por ejemplo con un láser.
- 45 En una o más configuraciones, el cable coaxial corrugado se puede cubrir con aislamiento eléctrico después de pasar a través de la corrugadora, por ejemplo mediante moldeo por inyección o envoltura.
- 50 Con el procedimiento descrito anteriormente, en el que se utiliza luz láser con longitudes de onda inferiores a 600 nm para soldar chapas metálicas no ferrosas de pared delgada, se pueden producir fácilmente perfiles huecos con espesores de pared inferiores a 0,15 mm y diámetros o dimensiones inferiores a 4 mm con un alto nivel de calidad sin un procesamiento posterior complejo, que se procesan posteriormente en cables coaxiales en el mismo paso de trabajo insertando un núcleo de cable. Mediante el uso de diámetros de focalización del rayo láser inferiores a 400 µm, la soldadura continua garantiza una zona afectada por calor lo suficientemente pequeña en relación con las dimensiones del perfil hueco, de modo que no

se produzcan desgarros del material y se cree un cordón de soldadura que no tenga un engrosamiento pronunciado en el lado interior del tubo. Debido a que el perfil hueco se produce directamente a partir de tiras de metal no ferroso con un espesor de pared pequeño, no es necesario estirar posteriormente del tubo para reducir el espesor de la pared, lo que sería problemático debido al núcleo del cable que se encuentra dentro del perfil hueco en coaxial.

5 Con el procedimiento descrito anteriormente se pueden producir cables coaxiales con conductores exteriores con un espesor de pared de 0,10 mm a velocidades de soldadura superiores a 6 m/min sin un proceso de estirado después de la soldadura, con lo que la calidad del cordón de soldadura se puede mantener constante durante varias horas, de modo que se puedan producir cables coaxiales de grandes longitudes.

10 El menor espesor de pared del conductor exterior del cable coaxial conduce a un ahorro de cobre y otros elementos de aleación y, por tanto, a la conservación de valiosos recursos. La reducción del espesor de pared reduce la potencia del láser necesaria para soldar, lo que a su vez resulta en un ahorro de energía o, alternativamente, permite un aumento en la velocidad de proceso con la misma potencia del láser.

Respecto al producto terminado, también resulta ventajoso el espesor de pared más delgado del conductor exterior, ya que conduce a un peso menor relacionado con la longitud, lo que facilita el transporte y el tendido.

15 El espesor de pared más delgado también permite diámetros más pequeños en la conformación del conductor exterior. Esto permite reducir el diámetro exterior del cable con el mismo diseño. Esto, además de reducir aún más el peso, conduce a menores radios de curvatura mínimos y, por tanto, a una mayor flexibilidad en el tendido.

Breve descripción del dibujo

20 La invención se explica a continuación con más detalle a modo de ejemplo mediante una forma de realización con referencia a las figuras adjuntas. Todas las figuras son puramente esquemáticas y no están a escala.

Muestran:

la Fig. 1, un ejemplo del procedimiento de acuerdo con la invención para la producción continua de perfiles huecos radialmente cerrados, de pared delgada,

25 la Fig. 2, un ejemplo de un dispositivo de acuerdo con la invención para la producción continua de perfiles huecos radialmente cerrados, de pared delgada,

la Fig. 3, imágenes de un cordón de soldadura de un perfil hueco producido conforme al procedimiento de acuerdo con la invención, y

la Fig. 4, dos cables coaxiales a modo de ejemplo con corrugación helicoidal o paralela.

Elementos iguales o similares están provistos de números de referencia iguales o similares en las figuras.

30 Ejemplo de realización

35 La Fig. 1 muestra los pasos de un procedimiento 100 para producir cables coaxiales con un conductor exterior radialmente cerrado, de pared delgada, de acuerdo con un aspecto de la invención. En el paso 102 del procedimiento, se alimenta una tira plana de metal no ferroso a un dispositivo de conformación a una primera velocidad de alimentación. Por ejemplo, se desenrolla una tira plana de cobre de un rollo. En el dispositivo de conformación, la tira plana alimentada se conforma en el paso 108 con una forma correspondiente al perfil hueco deseado del conductor exterior. La conformación se puede realizar, por ejemplo, utilizando una herramienta de conformación por rodillos.

40 Durante la conformación, antes de que el perfil hueco que forma el conductor exterior esté completamente cerrado, se alimenta un núcleo de cable que comprende un conductor interior envuelto por un dieléctrico y posiblemente otras capas. El núcleo del cable puede, por ejemplo, alimentarse en el paso 107 inmediatamente antes de la primera etapa de conformación.

Antes de conformar, se puede llevar a cabo un paso opcional 104 en un dispositivo de corte, en el que uno o ambos bordes de la tira de metal no ferroso se recortan o preparan de alguna otra manera. Esto significa que, incluso si la calidad de los bordes de la tira de metal no ferroso es mala, el ancho de la tira se puede ajustar de manera uniforme y precisa y, en caso necesario, se pueden preparar los bordes para el proceso de soldadura posterior. El dispositivo de corte se puede alimentar

con valores medidos mediante un dispositivo de medición que registra el ancho de la tira de metal no ferroso después del corte. Los restos de corte se pueden recoger en un dispositivo de recepción correspondiente.

5 Durante la conformación, los bordes de la tira son guiados mediante elementos guía de tal manera que antes de la soldadura se evita una torsión, y los bordes que están a ras entre sí son guiados a través de un dispositivo de soldadura en una posición definida y a una distancia definida. Los elementos guía pueden incluir, por ejemplo, uno o más discos con aletas o espadas guía, así como uno o más casquillos guía adaptados a la geometría del perfil hueco, que están adaptados a la geometría hueca a producir. La geometría se puede cerrar, por ejemplo, mediante hileras de estirar, anillos de bloqueo o escalones de rodillos laterales.

10 Después de la conformación, dos bordes opuestos de la tira plana se encuentran uno contra el otro en una zona de contacto. En el paso 110, los bordes que están a ras entre sí en el área de contacto se sueldan entre sí de forma continua. La soldadura se realiza mediante un láser que emite luz con una longitud de onda inferior a 600 nm. Dado el caso, puede tener lugar una cubrición del cordón de soldadura con gas protector adaptada a la calidad del cordón de soldadura requerida.

15 Después de soldar, el cable coaxial con el conductor exterior ahora radialmente cerrado se retira del área de soldadura, paso 114, y en el paso 119 se introduce una corrugación helicoidal o paralela en el conductor exterior antes de que el cable coaxial ahora corrugado se alimente a un dispositivo de recepción en el paso 122 para recibirlo. La extracción se realiza mediante un dispositivo de avance, por ejemplo mediante extracción de pinza, extracción de listones o extracción de correa. El dispositivo de avance puede estar dispuesto delante o detrás del ondulator o corrugadora, también es posible prever dos dispositivos de alimentación, uno delante del ondulator o corrugadora y otro detrás.

20 Para monitorizar la calidad del cordón de soldadura, el perfil de temperatura a través del cordón de soldadura se puede determinar en un paso 112 opcional. El perfil de temperatura determinado se puede alimentar a un control del láser y otros elementos de un dispositivo que implementa el procedimiento, en particular a uno o más accionamientos que regulan la velocidad de alimentación de la tira de metal no ferroso o la velocidad a la que se extrae el cable coaxial soldado del área de soldadura.

25 Opcionalmente, el procedimiento también puede incluir determinar la fuerza de tracción sobre la tira antes de la conformación, paso 106, y/o sobre el cable coaxial después de la soldadura, paso 120. La fuerza de tracción determinada también se puede alimentar a uno o varios accionamientos como magnitud de medición para la regulación.

30 El procedimiento puede incluir además un paso 116 opcional en el que se determinan una o más dimensiones del cable coaxial soldado. Las dimensiones determinadas se pueden utilizar principalmente como magnitudes de entrada para regular el proceso de conformación y el proceso de corte para ajustar el ancho de la tira.

El procedimiento también puede incluir un paso 118 opcional en el que se comprueba de forma no destructiva la calidad del cordón de soldadura y/o del material de soldadura para detectar defectos en el material, por ejemplo mediante pruebas de corrientes parásitas, ultrasonidos o rayos X.

35 En la figura no se muestran los procesos posteriores mediante los cuales se corta el perfil hueco en tramos, se recubre el cable coaxial con una capa aislante o se ensamblan los cables con enchufes.

La Figura 2 muestra un ejemplo de un dispositivo no reivindicado para la producción continua de cables coaxiales con un conductor exterior radialmente cerrado, de pared delgada. Una tira 204 delgada hecha de metal no ferroso, por ejemplo una tira hecha de cobre, se desenrolla de un bobinador o desbobinador 202. La tira 204 se alimenta a una herramienta conformación por rodillos 212, por medio de la cual se le da la forma del perfil hueco deseado del conductor exterior, por ejemplo conformado en un tubo redondo ranurado longitudinalmente. Se puede proporcionar un dispositivo de corte 208 entre el bobinador o desbobinador 202 y la herramienta de perfilado 212, que corta la cinta 204 al ancho requerido o recorta uno o ambos bordes de la cinta 204 para obtener bordes limpios y lisos. Se puede proporcionar un dispositivo de recepción 205 para recibir partes cortadas de la tira 204. El ancho de la tira 204 cortada se puede comprobar en un dispositivo de medición de ancho de tira 210. Los resultados de la medición pueden alimentarse al dispositivo de corte 208 para su regulación. Además, entre el bobinador o desbobinador 202 y la herramienta de perfilado 212 puede estar dispuesto un dispositivo de medición 206 para determinar la fuerza de tracción, cuyos valores medidos pueden usarse, por ejemplo, para controlar los accionamientos del dispositivo. Antes de cerrar el perfil hueco que forma el conductor exterior, se alimenta un núcleo de cable 209 desde un dispositivo de alimentación 207, que se recibe en el perfil hueco una vez formada la tira plana de metal no ferroso. Los bordes de la tira que se encuentran uno contra el otro después de la formación del perfil hueco que forma el conductor exterior, se pueden sujetar delante del dispositivo de soldadura por láser 216 con uno o más elementos guía 214. Los elementos guía pueden incluir uno o más discos de ajuste de aletas o espadas guía y uno o más casquillos guía adaptados al perfil hueco que forma el conductor exterior. La geometría del perfil hueco a soldar se cierra mediante hileras de estirar, anillos de bloqueo, peldaños de rodillos laterales o casquillos guía 218, de modo que los bordes de la tira 204 conformada en el perfil hueco se apoyan entre sí en el área del dispositivo de soldadura láser 216. El

dispositivo de soldadura láser 216 emite luz de alta energía a una longitud de onda inferior a 600 nm, preferiblemente en un rango entre 550 y 450 nm. De acuerdo con la invención también se pueden utilizar ventajosamente longitudes de onda en un rango inferior a 450 nm. El área de soldadura se puede cubrir con un gas protector, por ejemplo argón, mediante un dispositivo de gas protector no mostrado en la figura, para evitar reacciones del metal de soldadura con la atmósfera. El cable coaxial 224 soldado se hace avanzar mediante un dispositivo de avance 219. El dispositivo de avance 219 puede incluir, por ejemplo, uno o más extractores de pinza, de perno, de disco o de correa, o combinaciones de los mismos. Antes de enrollar el cable coaxial 224 soldado en una bobinadora 226, se pueden registrar una o más dimensiones del cable coaxial 224 por medio de un dispositivo de medición 220, preferiblemente sin contacto, y se puede introducir una corrugación helicoidal o paralela en el cable coaxial mediante un ondulator o corrugadora 223. Para registrar las fuerzas de tracción que actúan sobre el cable coaxial 224, puede estar previsto otro dispositivo de medición de fuerza de tracción 222 delante del bobinador 226.

La Figura 3 muestra imágenes de un cordón de soldadura de un perfil hueco producido según el procedimiento de acuerdo con la invención. El perfil hueco es un tubo de cobre con un espesor de pared de 0,1 mm, que se conformó y soldó de forma continua a partir de una tira de cobre con una velocidad de avance de 6 m/min. El punto de soldadura se cubrió con argón. La Figura 3 a) muestra el cordón de soldadura en el lado exterior del perfil hueco, que tiene un ancho de entre 140 y 150 µm. La Figura 3 b) muestra una toma del lado interior del perfil hueco, en el que el cordón de soldadura tiene un ancho de aproximadamente 242 µm. También es fácil ver que los cordones de soldadura son muy uniformes tanto por dentro como por fuera, por lo que el procesamiento posterior no debería ser necesario para la mayoría de las aplicaciones.

La Figura 4 muestra dos cables coaxiales 500, 502 a modo de ejemplo con corrugación de rosca o paralela. Los cables coaxiales 500, 502 son por lo demás de construcción convencional con un conductor interno 504 rodeado por un dieléctrico 506 y un conductor 508 o 510 exterior corrugado helicoidal o paralelo. Los conductores 508, 510 exteriores están rodeados por una capa aislante 512 exterior.

Lista de símbolos de referencia

1	tubo
25	214 elemento guía
2	forma
216	dispositivo de soldadura por láser
3	tapón
218	hilera de estirar/casquillos guía
30	100 procedimiento
219	dispositivo de avance
102	alimentar tira
220	aparato de medición
104	determinar fuerza de tracción
35	222 dispositivo de medición de fuerza de tracción
106	cortar bordes
223	ondulator/corrugadora
107	alimentar núcleo del cable
224	núcleo del cable

	108	conformar perfil hueco
	226	bobinador
	110	soldar
	500	cable coaxial (corrugación helicoidal)
5	112	determinar perfil de temperatura
	502	cable coaxial (corrugación paralela)
	114	estirar perfil hueco
	504	conductor interior
	116	determinar dimensiones
10	506	dieléctrico
	118	determinar calidad
	508	conductor exterior
	119	corrugación
	510	conductor exterior
15	120	determinar fuerza de tracción
	512	capa aislante
	122	alimentar al dispositivo de recepción
	200	dispositivo
	202	bobinador/desbobinador
20	204	tira de metal no ferroso
	205	dispositivo de recepción para corte
	206	dispositivo de medición de fuerza de tracción
	207	dispositivo de alimentación
	208	dispositivo de corte
25	209	núcleo del cable
	210	dispositivo de medición de ancho de tira
	212	herramienta de conformación por rodillos

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento (100) para la producción continua de cables coaxiales (224) con un conductor exterior radialmente cerrado hecho de metal no ferroso con un espesor de pared inferior a 0,15 mm, que comprende:

5 - alimentar (102) una tira (204) plana de metal no ferroso a una primera velocidad de alimentación a un dispositivo de conformación (212), correspondiendo el espesor de la tira al espesor de pared del perfil hueco (224) a producir,

- alimentar (107) un conductor interior envuelto con un dieléctrico,

10 - conformación (108) continua de la tira (204) plana alimentada en una forma correspondiente al conductor exterior del cable coaxial (224), con dos bordes opuestos de la tira (204) plana a ras entre sí después de la conformación en una zona de contacto que se extiende en la dirección longitudinal del perfil hueco, y en donde el conductor interior envuelto por un dieléctrico se alimenta antes de que se cierre el perfil hueco que forma el conductor exterior, de modo que el conductor interior envuelto por el dieléctrico se encuentra en el perfil hueco,

15 - soldadura (110) continua de los bordes que se encuentran a ras entre sí en el área de contacto sin tratamiento previo para reducir los reflejos ópticos, siendo guiados los bordes a soldar más allá de un área de soldadura fija con respecto a un dispositivo (200) que implementa el procedimiento a la primera velocidad de alimentación, y en donde un punto en el área de soldadura se calienta por medio de un láser (216) que emite luz con una longitud de onda de menos de 600 nm, y en donde el punto calentado tiene un diámetro que es menos del 20% de la dimensión de la sección transversal del perfil hueco,

- retirar (114) el cable coaxial (224) soldado del área de soldadura,

20 - introducir (119) una corrugación helicoidal o paralela en el conductor exterior del cable coaxial (224) sin reducir primero las dimensiones de la sección transversal y/o el espesor de pared mediante un proceso de estirado después de la soldadura, y

- recibir (120) el cable coaxial (224) en un dispositivo de recepción (226).

2. Procedimiento (100) según la reivindicación 1, en donde al menos el área de soldadura se rodea o se cubre con un gas protector inerte durante el calentamiento.

25 3. Procedimiento (100) según la reivindicación 1 o 2, que comprende además:

- recortar (106) uno o dos bordes de la tira plana de metal no ferroso antes de conformarla.

4. Procedimiento (100) según la reivindicación 3, que comprende además:

- medir el ancho de la tira recortada de metal no ferroso antes y/o medir (116) al menos una dimensión del cable coaxial (224) después de soldar, y

30 - regular el ancho de corte y/o controlar un dispositivo (212) para conformar dependiendo del resultado de la medición y un valor predeterminado.

5. Procedimiento (100) según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

- medir (112) el perfil de temperatura a través del cordón de soldadura y controlar la energía aplicada al el área de soldadura dependiendo de una comparación del perfil de temperatura con un perfil predeterminado.

35 6. Procedimiento (100) según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

- comprobar (118) el cordón de soldadura mediante ultrasonidos, medición de corrientes parásitas y/o rayos X.

7. Procedimiento (100) según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

- determinar (104, 122) la fuerza de tracción sobre la tira plana de metal no ferroso y/o el cable coaxial soldado (224), y

- regular accionamientos que alimentan la tira plana y/o el cable coaxial (224) soldado para conformarlo, soldarlo, corrugarlo y/o recibirlo en un dispositivo de recepción (226).

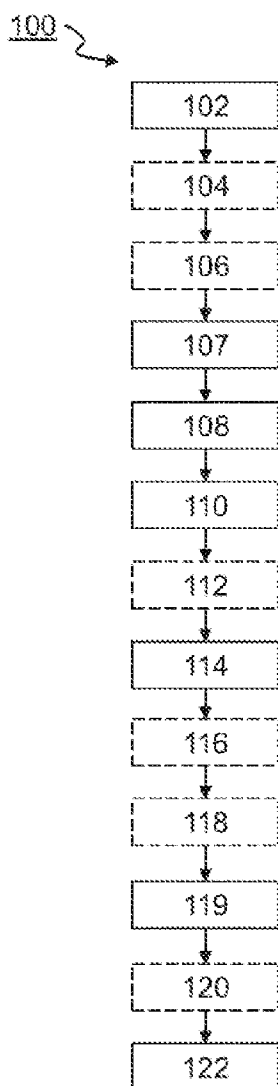


Fig. 1

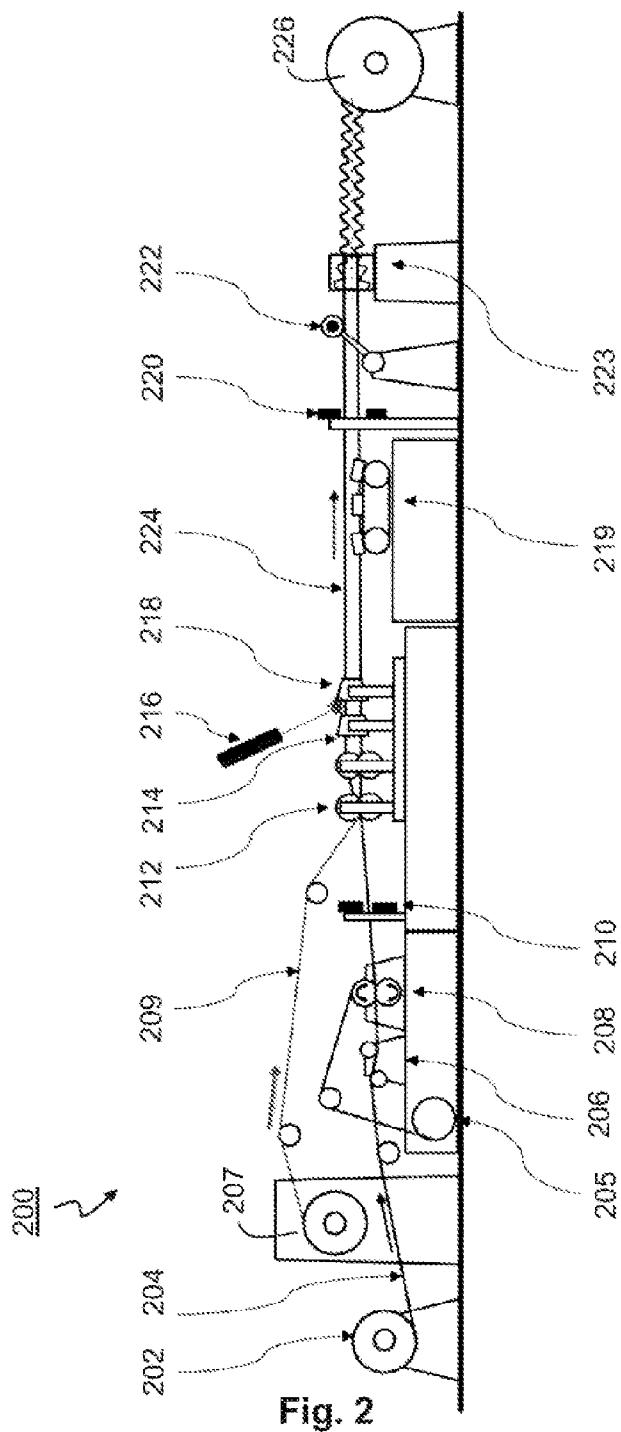


Fig. 2

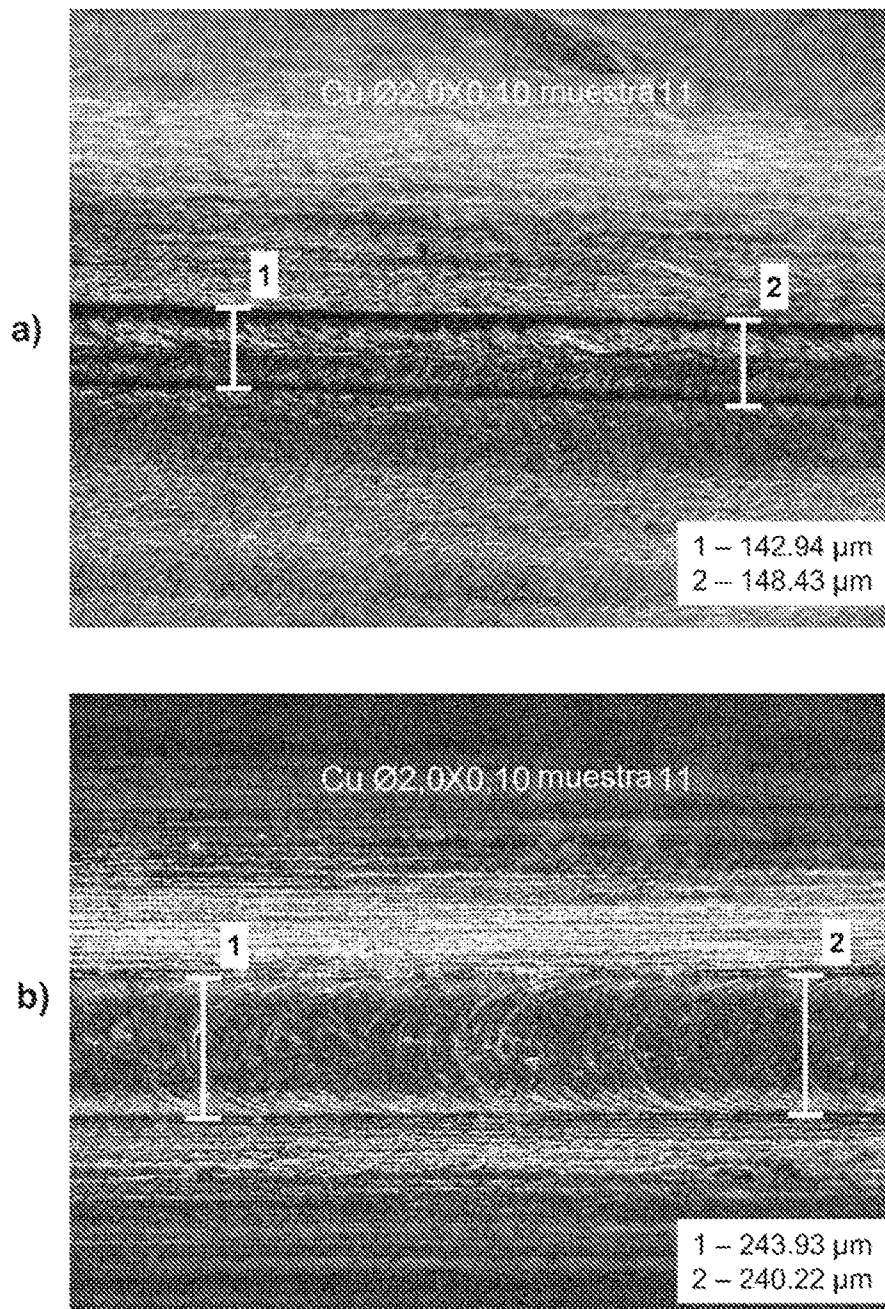


Fig. 3

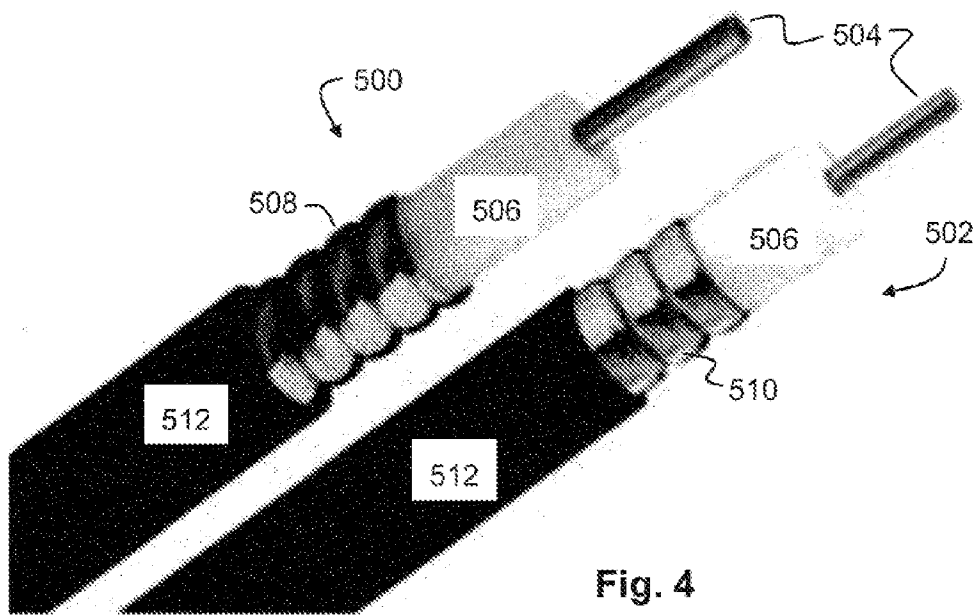


Fig. 4