

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 301**

51 Int. Cl.:
F16L 47/02 (2006.01)
B29C 65/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04768185 .3**
96 Fecha de presentación: **25.08.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1660803**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.05.2006**

54 Título: **Método para la unión de tuberías multicapa**

30 Prioridad:
26.08.2003 EP 03255286

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.09.2012

73 Titular/es:
GLYNWED PIPE SYSTEMS LIMITED
1 SUFFOLK WAY
KENT, TN 13 1SD, GB

72 Inventor/es:
Roberts-Moore, Paul Clive;
Bull, Michael y
Lilley, Graham DI

74 Agente/Representante:
Izquierdo Faces, José

ES 2 387 301 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

Método para la unión de tuberías multicapa.

5 **[0001]** La presente invención se refiere a la unión de tuberías multicapa.

10 **[0002]** Es bien conocido el uso de tuberías multicapa coaxiales. Tales tuberías se usan comúnmente para utilizar simultáneamente las propiedades deseables de dos o más materiales en una aplicación dada. Por ejemplo, para conducir un producto químico corrosivo, un material de construcción de tuberías que vaya estar en contacto con el producto químico necesitará ser resistente a ese producto químico, sin embargo, el material químicamente resistente puede no tener suficiente resistencia mecánica para contener la presión de los fluidos necesaria para la conducción del producto químico a lo largo de la tubería. Este problema se acomete mediante la introducción de una segunda capa de material de construcción de tuberías separada del producto químico por la primera capa químicamente resistente. La segunda capa no necesita ser resistente al producto químico sino que se selecciona para tener las propiedades mecánicas necesarias para contener el producto químico cuando se conduce a través de la línea de tuberías. En el ejemplo precedente, la primera capa (o interior, químicamente resistente) puede ser un polímero y la segunda capa (o exterior, de refuerzo mecánico), un metal, aunque son posibles también otras combinaciones de materiales.

20 **[0003]** Frecuentemente, debido a la diferente naturaleza química de las capas adyacentes en una tubería multicapa, las capas de tubería no se pueden adherir entre sí, en una situación así, se introduce una tercera capa o capa de unión entre la primera y segunda capas, la capa de unión tiene propiedades químicas que le permiten su adhesión directamente con cada una de las capas adyacentes.

25 **[0004]** Se entenderá que se pueden incluir múltiples capas adicionales intercaladas con capas de unión adicionales en una tubería multicapa como la descrita previamente.

30 **[0005]** Se apreciará que, particularmente en entornos hostiles, existe un potencial elevado para la exfoliación de las tuberías multicapa.

35 **[0006]** Convencionalmente, las tuberías multicapa del tipo descrito anteriormente se conectan por medio de accesorios mecánicos. Estos accesorios mecánicos se configuran típicamente para retener las capas de la tubería en compresión entre sí y para impedir la exfoliación de la tubería. Tales accesorios pueden comprender un anillo de "encaje por presión" para recibir la tubería o un mecanismo de corrugado para el corrugado de los extremos de las tuberías.

40 **[0007]** Es conocida la conexión de tuberías plásticas de capa única usando acoplamiento de fusión térmica. Estos últimos incluyen una longitud de metal bobinado que se fija en el acoplamiento durante la fabricación. Se dispone entonces el acoplamiento alrededor de una tubería y se pasa una corriente eléctrica a través de la bobina metálica. El calor producido por la corriente eléctrica produce el derretido local y la fusión del acoplamiento en la superficie exterior de la tubería. La corriente eléctrica se pueda hacer pasar directamente a través de la bobina (esto se conoce como electrofusión) o se puede inducir dentro de la bobina por medio de una segunda bobina situada alrededor de la primera, llevando la segunda bobina una corriente eléctrica alterna (esto es conocido como fusión mediante calentamiento por inducción). Se apreciará que las configuraciones de bobina pueden ser más adecuadas para un calentamiento por fusión o por inducción que otras.

50 **[0008]** Se ha considerado el uso de técnicas de acoplamiento por fusión térmica convencionales en tuberías multicapa pero esto no es ventajoso dado que estas técnicas sirven solamente para unir acoplamiento a la capa exterior de las tuberías multicapa sin proporcionar medios para impedir la exfoliación de las tuberías. Adicionalmente, estos acoplamientos requieren una construcción relativamente compleja, en etapas múltiples haciéndoles lentos y caros de fabricar.

55 **[0009]** El acoplamiento por electrofusión se ha usado en relación a tuberías multicapa con plástico dominante. Estas últimas comprenden típicamente una gruesa capa interior de material plástico cubierta por una delgada lámina de metal que a su vez se recubre con una delgada capa exterior de material plástico. La delgadez de la capa exterior y la inclusión de la capa metálica hacen difícil el conseguir una buena fusión entre la tubería y el acoplamiento. El problema se acomete mediante la eliminación de la capa exterior plástica y la lámina de metal y fijando el acoplamiento directamente a la tubería plástica interior, gruesa. Aunque tal disposición protege parcialmente el extremo de la tubería de la exfoliación por medio de impedir la exposición al contenido de la tubería, sólo es adecuado para tuberías compuestas con plástico dominante en las que la capa de metal está próxima a la superficie exterior de la tubería. Adicionalmente, la disposición no protege contra la exposición al ambiente externo que puede ser tan perjudicial para la tubería sin protección como el contenido de la tubería.

65 **[0010]** El documento JP05196187 de Sekisui Chem Co Ltd. describe un método genérico para la unión de tuberías metálicas compuestas, predominantemente metálicas recubiertas con una capa de resina sintética. El método induce calor dentro de la capa exotérmica por medio de un devanado bobinado alrededor de los extremos de la

tubería y del acoplamiento a ser unido.

[0011] El documento WO 80/02124 describe una abrazadera para la inducción de una corriente en un material electromagnético que se sitúa entre tuberías termoplásticas o entre una tubería termoplástica y un acoplamiento de tuberías. El material electromagnético introducido produce la fusión local del material termoplástico que lo rodea fomentando su fusión.

[0012] La presente invención se dirige a proporcionar métodos alternativos, más efectivos en coste para la unión de tuberías multicapa y para reducir la incidencia de la exfoliación en tuberías después del acoplamiento.

[0013] De acuerdo con la presente invención se proporciona un método para la unión de una tubería multicapa a un acoplamiento, incluyendo la tubería multicapa al menos una capa exterior y una interior de material termoplástico y una capa central de metal u otro material conductor que no sea más gruesa de 2 mm y teniendo la tubería un diámetro exterior de desde 20 mm a 110 mm, comprendiendo el acoplamiento una pieza unitaria de material termoplástico y comprendiendo el acoplamiento un material termoplástico, comprendiendo el método; proporcionar un acoplamiento que incluye un rebaje para la recepción de un extremo que la tubería multicapa, estando configurado el rebaje, para permitir que el acoplamiento haga contacto con las capas interior y más exterior de una tubería multicapa recibida dentro del rebaje; el encaje de un extremo de la tubería multicapa dentro del rebaje del acoplamiento; la introducción de calor tanto en el acoplamiento como o bien en la capa exterior solamente o bien tanto en la capa interior como exterior de la tubería multicapa, suficiente para producir la fusión local en la interfaz entre el acoplamiento y o bien la capa interior solamente o bien tanto en la capa interior como más exterior, caracterizada por que la etapa de introducción de calor involucra rodear el extremo de la tubería montada y el acoplamiento con una bobina eléctricamente conductora y pasar una corriente alterna a través de la bobina eléctricamente conductora suficiente para producir la inducción mutua en la capa central de la tubería multicapa en la que la bobina eléctricamente conductora se proporciona en la forma de un hilo flexible que se devana alrededor de una abrazadera cilíndrica, teniendo la abrazadera cilíndrica un diámetro interior dimensionado para recibir el diámetro exterior de la tubería y el diámetro exterior del accesorio, siendo acoplada la abrazadera alrededor del diámetro exterior de la tubería y del diámetro exterior del accesorio.

[0014] Se apreciará que, mediante el uso de un acoplamiento con interfaces con tanto la capa interior como las más exteriores de la tubería, los extremos de todas las capas de la tubería se pueden sellar dentro de la unión acoplamiento-tubería. Se reconoce no obstante que para ciertos tamaños y secciones de tubería puede ser posible soldar/fusionar solamente la capa de tubería interior. Esto se considera aceptable dado que el acoplamiento aún proporciona protección del extremo de la tubería frente a la exposición tanto al contenido de las tuberías como al ambiente externo, y una única soldadura tiene resistencia mecánica suficiente para retener el contenido de la tubería.

[0015] Opcionalmente la capa interior y/o más exterior de la tubería incluyen copolímeros de etileno/octano conocidos como polietilenos de elevado rendimiento de temperatura ("PE-RT"). Tales polímeros se eligen para funcionar a través de un amplio intervalo de temperaturas desde bajo cero a temperaturas elevadas permitiendo de ese modo que un único sistema se pueda adaptar a un cierto número de aplicaciones.

[0016] Estos polímeros no requieren ningún proceso de curado posterior superando de ese modo cualquier problema de reticulado/curado asociado con el polietileno reticulado y se presta fácilmente para técnicas de unión térmica. Los materiales alternativos para la capa más interior y más exterior incluyen aunque no se limitan estrictamente a; MDPE, HDPE y PP. La capa más interior y más exterior pueden comprender los mismos o diferentes materiales.

[0017] Deseablemente, la capa más exterior tiene un grosor en el intervalo desde 0,4 mm – 5,0 mm para tuberías con diámetros exteriores de 20 mm a 110 mm. La capa interior tiene deseablemente un grosor de 0,4 mm a 5,0 mm para tuberías con diámetros exteriores de 20 mm a 110 mm.

[0018] El rebaje en el acoplamiento es deseablemente un rebaje anular definido por una pared exterior y una pared interior (o caña). La pared interior tiene deseablemente un grosor desde 2,0 mm a 9,0 mm para su uso con tuberías de diámetros exteriores de 20 mm a 110 mm. Tales secciones son suficientes para impedir la deformación, la distorsión o el colapso durante los procesos de soldadura/fusión así como para proporcionar el nivel requerido de resistencia a la presión si el extremo de la tubería no estuviese totalmente insertado dentro del rebaje anular.

[0019] El acoplamiento incluye opcionalmente el mismo material que el usado para una o ambas de las capas más interior y más exterior de la tubería, aunque esto no es esencial. Tanto si es el mismo material como si no, el material del acoplamiento se selecciona para ser compatible con los materiales de las capas más interior y más exterior en el sentido que se fusionen con ellas bajo las apropiadas condiciones de temperatura y presión.

[0020] Deseablemente la pared exterior tiene un grosor de desde aproximadamente 2,0 mm a aproximadamente 9,0 mm para su uso con tuberías de diámetros exteriores de 20 mm a 110 mm.

- 5 **[0021]** El acoplamiento con el extremo de la tubería recibido dentro del rebaje se rodea por una bobina eléctricamente conductora. Se hace pasar una corriente eléctrica alterna a través de la bobina. El paso de la corriente a través de la bobina induce una corriente en la capa conductora de la tubería. Esta corriente produce el calentamiento local suficiente para fundir las capas termoplásticas que rodean la tubería y el termoplástico del acoplamiento, llegando a quedar de ese modo la tubería y el acoplamiento adheridos térmicamente.
- 10 **[0022]** Opcionalmente, donde se haya de usar este método, la capa central de la tubería incluye aluminio. En otra opción, la capa central incluye un material ferromagnético tal como un acero inoxidable magnético. Este último es ventajoso porque el calentamiento por inducción de tales materiales es más eficiente que para la mayoría de materiales no ferromagnéticos, por lo que se requiere una menor potencia para producir la fusión local de la tubería y el acoplamiento. Dado que la corriente requerida en la bobina de trabajo se reduce en consecuencia, las opciones de diseño para la tubería de trabajo se incrementan permitiendo el uso de unas unidades de soldadura por inducción más portátiles y de menor coste.
- 15 **[0023]** Usando técnicas de inducción de estado sólido conocidas, los parámetros de calentamiento para el método tales como el tiempo de ciclo, frecuencia de la corriente y potencia de entrada se pueden controlar con precisión permitiendo un elevado grado de repetición contribuyendo a la consistencia y la integridad de la unión y la reducción de rechazos.
- 20 **[0024]** Usando una entrada de potencia variable programable previamente, la temperatura de la interfaz de aluminio se mantiene deseablemente entre aproximadamente 200°C y 260°C. La cantidad de energía necesaria para conseguir las temperaturas se puede determinar a partir de la potencia aplicada a la bobina eléctricamente conductora, el área superficial del aluminio en la capa central a ser calentada y el tiempo del ciclo de soldadura.
- 25 **[0025]** El tiempo del ciclo de soldadura está deseablemente en la región de 10 s a 300 s dependiendo del diámetro de la tubería. Alrededor de 100 s para los diámetros más pequeños y 300 s para los mayores.
- 30 **[0026]** Donde la capa central incluye aluminio, la frecuencia de operación de la bobina eléctricamente conductora (de trabajo) está deseablemente entre aproximadamente 40 kHz y 60 kHz dependiendo de nuevo del diámetro de la tubería. Se apreciará que la frecuencia de funcionamiento óptima usada diferirá para los diferentes materiales metálicos. La frecuencia elegida refleja las características inherentes de la estructura de los materiales y está influenciada por la conductividad y la resistividad inherentes de los materiales y si el material es magnético o no. La determinación de la frecuencia apropiada para una tubería y acoplamiento de una estructura dada se supone que cae bien dentro de las capacidades de un lector experto en la materia.
- 35 **[0027]** La bobina de trabajo se alimenta con una corriente alterna y la tensión correspondiente mediante el equipo de soldadura por inducción. El equipo de soldadura por inducción se compone típicamente de una unidad de fuente de alimentación de inducción, conectada a un circuito de salida remota mediante un cable de potencia e interconexión. La bobina de trabajo se conecta directamente al circuito de salida remota. La corriente alterna en la bobina de trabajo induce un campo magnético que rodea la bobina de trabajo y cualquier objeto, en este caso la capa metálica dentro de la tubería, que se sitúa dentro de la bobina de trabajo. El campo magnético establece unas corrientes parásitas secundarias en la capa metálica de la tubería que, a través de los efectos resistivos, hace que el metal se caliente.
- 40 **[0028]** El equipo de soldadura por inducción tiene deseablemente un diseño que es portátil y ligero. En una realización, esto se consigue mediante el diseño de un circuito electrónico interno para funcionar a partir de una entrada de 110 V c.a. de modo que se elimine la necesidad de cualquier transformador de tensión interna de uso en el equipo de soldadura por inducción convencional. (Se observará que el transformador es el elemento más pesado dentro de una fuente de alimentación de soldadura por inducción convencional.) La tensión de alimentación se transforma usando transformadores portátiles estándares industriales como por ejemplo del tipo usado comúnmente en la industria de la construcción. Las características resistivas de los componentes electrónicos internos de la fuente de alimentación de inducción se seleccionan para minimizar el calor generado por los componentes y la cantidad de refrigeración requerida en consecuencia. Mientras que en los sistemas convencionales, es necesaria la refrigeración por agua de la fuente de alimentación por inducción para eliminar el exceso de calor, en la presente realización la refrigeración se consigue a través de un montaje directo, estratégico de los circuitos electrónicos internos sobre un disipador de calor adaptado de aluminio de peso ligero que también forma parte integral de la súper estructura de la unidad de alimentación de soldadura por inducción. Como resultado del novedoso diseño descrito, el peso de la unidad de alimentación de soldadura por inducción es típicamente no mayor de 15 kg comparados con los 35 a 50 kg de un equipo convencional que tenga el mismo nivel de potencia máxima. Los cables de potencia de interconexión del equipo novedoso permiten a un operador realizar un número de soldaduras a una distancia de la unidad de alimentación de soldadura por inducción. Esto reduce significativamente el esfuerzo requerido por parte del operador para llevar el equipo a través de la instalación e incrementa la movilidad. La longitud de los cables de potencia de interconexión es de típicamente 3-5 m. Es necesario compensar las pérdidas de potencia a lo largo de los cables de interconexión de potencia con el uso de una caja de circuito de salida remota especialmente diseñada. Ésta está refrigerada por aire y pesa típicamente 1-3 kg y es considerablemente más pequeña que la unidad de alimentación de soldadura por inducción.
- 60
- 65

[0029] Convenientemente la bobina eléctricamente conductora se puede proporcionar en la forma de un cable flexible que se puede bobinar alrededor de la tubería en una configuración apropiada para proporcionar el efecto de calentamiento deseado. La eficiencia del proceso de calentamiento se puede mejorar por medio del uso de una construcción del cable especial, comúnmente denominada como hilo de Litz. El cable se construye a partir de un número de hilos de cobre aislados individualmente que se retuercen o trenzan juntos. La construcción del cable reduce los problemas de las pérdidas por corrientes parásitas y el efecto película en un grado que incrementa las deficiencias y se minimiza la pérdida de calor. Esto permite que la bobina de trabajo funcione sin refrigeración por agua que es un requisito normal para unas bobinas de trabajo de cobre estándar. El hecho de que la bobina sea capaz de mantener una temperatura de trabajo segura, sin el uso de un medio de refrigeración artificial, es ventajoso debido a que el instalador no requiere el uso de una alimentación de agua que puede ser difícil de obtener en una instalación de un edificio nuevo. Se apreciará que la configuración óptima para la bobina se puede determinar a partir de la relación del acoplamiento de la bobina a la tubería (es decir el diámetro interior de la bobina y el diámetro exterior de la capa metálica de la pieza de trabajo), a partir de los parámetros de la alimentación eléctrica a proporcionar a la bobina y las características de calentamiento de la capa metálica central.

[0030] La colocación con precisión de la bobina flexible se puede conseguir proporcionando un cilindro en dos partes que se dimensiona para abrazarse alrededor de la tubería y el accesorio. Las dos partes del cilindro se pueden conectar de modo abisagrado o se pueden fijar juntas por cualquier medio convencional, mecánico. Se pueden proporcionar una o más guías en o sobre la superficie superior del cilindro para recibir el cable y mantenerlo en la configuración apropiada. Por ejemplo, se puede proporcionar una guía en la forma de una ranura helicoidal mecanizada dentro de la superficie exterior del cilindro con una profundidad apropiada y con un paso apropiado para recibir el cable flexible. Mientras que es conveniente la configuración helicoidal, se apreciará que ésta no es esencial. Una vez que se mantiene el cable en su sitio en la guía o guías, es deseable fijarla en su sitio mediante un dispositivo de contención, opcionalmente en la forma de una segunda abrazadera cilíndrica. Otros dispositivos de contención adecuados incluyen aunque no están limitados estrictamente a una correa o un gancho.

[0031] El cilindro incluye material que tenga una conductividad térmica relativamente baja, que no sea inductivo y que no sea compatible (es decir no se funda) con los materiales del acoplamiento y la tubería bajo las condiciones aplicadas para la fusión del acoplamiento a la tubería. Por ejemplo, el material del cilindro puede tener un punto de fusión que sea significativamente mayor que el del acoplamiento/tubería. Opcionalmente, el cilindro se puede recubrir con un material que sea incompatible con los del acoplamiento/tubería, incluyendo su cuerpo un material diferente. La incompatibilidad del material del cilindro o su recubrimiento puede, opcionalmente, incluir un material termoplástico de ejecución cristalina por ejemplo nailon o acetal.

[0032] Se apreciará que el cable flexible cuando se combina con una variedad de abrazaderas cilíndricas grabadas helicoidalmente, de diferentes dimensiones, es adaptable para su uso con tuberías en un amplio intervalo de diámetros (por ejemplo desde 20-110 mm).

[0033] Como una alternativa a la bobina flexible, una abrazadera cilíndrica similar a la ya descrita se puede proporcionar con una bobina integrada. Ésta no necesita necesariamente ser una bobina helicoidal, se pueden usar otras configuraciones. La bobina se moldea o adhiere en su posición en el cilindro, que se diseña de tal manera que se pueda colocar alrededor de la unión tubería/accesorio, por ejemplo puede consistir en dos semicarcasas. Cuando el cilindro se vuelve a formar (es decir se cierran o unen las dos partes juntas), las piezas correspondientes de la bobina se ajustan formando de esta manera la bobina. Opcionalmente, en esta disposición, los extremos de la bobina se pueden terminar en una forma específica de modo que se asegure el contacto íntimo de los extremos de la bobina cuando se vuelve a formar.

[0034] La generación de calor mediante inducción mutua es eficiente en tiempo y energía, por ello se pueden minimizar los costes de la unión y los tiempos de los procesos. El proceso es limpio y no contaminante sin que produzca emisiones peligrosas, ruido o residuos que puedan afectar de modo significativo al entorno ambiente y como tal es seguro y no desagradable de uso para los instaladores.

[0035] Se apreciará que se podrían usar otros medios para crear calor en una capa conductora metálica u otra que podría, a su vez, conducir el calor a las capas termoplásticas que la rodean y a un acoplamiento. Por ejemplo, se puede aplicar la corriente directamente al metal o capa conductora. La capa metálica se puede emplear para conducir el calor desde otra superficie de calentamiento y a las capas termoplásticas y acoplamiento. Sin ninguna duda se les ocurrieran otros medios y métodos de calentamiento a los expertos en la materia sin separarse del alcance de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

[0036] En otra alternativa adecuada para su uso en tuberías con o sin una capa intermedia metálica/conductora, el acoplamiento y las capas interior y más exterior de la tubería se puede calentar usando fusión a enchufe. Usando herramientas de calentamiento conformadas para complementar la sección transversal de los extremos del acoplamiento y la tubería, se colocan las herramientas dentro de rebaje del acoplamiento y sobre los extremos de la tubería extendiéndose en alguna forma a lo largo de las superficies expuestas de las capas interiores y más exterior de la tubería.

- 5 **[0037]** El calor se aplica a las herramientas que a su vez calientan por conducción, la sección del acoplamiento que define el rebaje y las superficies expuestas de la tubería. El calor se puede aplicar a las herramientas de calentamiento cuando están in situ o previamente a su aplicación al acoplamiento y extremo de tubería. Una vez que comienza a tener lugar la fusión local del acoplamiento y de la tubería, se retiran las herramientas de calentamiento y el extremo de la tubería se inserta dentro del rebaje del acoplamiento. En esta alternativa, el rebaje del acoplamiento se dimensiona deseablemente para ajustar las tolerancias para asegurar un encaje con interferencia del extremo de la tubería en el rebaje. Esto asegura una presión de unión suficiente para adherir el extremo de la tubería con acoplamiento cuando se inserta.
- 10 **[0038]** Se puede usar cualquier método conocido para calentar las herramientas de calentamiento, por ejemplo (pero sin limitarse estrictamente a); calentamiento resistivo, calentamiento por conducción y calentamiento por inducción.
- 15 **[0039]** Los parámetros de calentamiento para el calentamiento de las herramientas tales como el tiempo de transmisión del calor y la temperatura se puedan controlar con precisión permitiendo un elevado grado de repetitividad del método contribuyendo a la consistencia y la integridad de la unión y a una reducción en el rechazo de uniones.
- 20 **[0040]** En común con la primera realización, este proceso es limpio y no contaminante y no produce emisiones peligrosas, ruido o residuos que puedan afectar significativamente al entorno ambiente y como tal es seguro y no es desagradable de uso para los instaladores.
- 25 **[0041]** En realizaciones adicionales de la invención, se pueden unir tuberías de construcción multicapa usando accesorios con el diseño anteriormente descrito y cualquier método que cree calor suficiente para fundir las superficies termoplásticas expuestas de las tuberías y accesorios que, cuando se colocan en contacto entre sí se funden para formar una unión que encierra y protege el extremo de la tubería. Tales métodos ya conocidos en el campo de la unión de tuberías incluyen (pero sin limitarse estrictamente a ellas) la soldadura ultrasónica y por rotación.
- 30 **[0042]** El método de la invención proporciona una soldadura homogénea alrededor del extremo de la tubería encerrando los extremos de cada una de las capas de la tubería y que es menos susceptible a los efectos térmicos tales como compresión o expansión hallados a menudo con el uso de accesorios mecánicos y que pueden dar como resultado finalmente la fuga de los materiales transportados en la tubería. Dado que el taladro de la tubería se incluye en el sellado y la cara del extremo de la tubería aislada de las presiones de fluido interior de los fluidos transportados a través de la tubería, la incidencia de la exfoliación del extremo de la tubería es, en consecuencia, eliminada. La envoltura de los extremos de la tubería y en particular, del extremo de la capa metálica sirve también para impedir la contaminación del contenido de la tubería que podría tener lugar en caso de que la capa metálica se expusiera al contenido y corrosión y rotura o disolución en la solución del contenido de la tubería.
- 35 **[0043]** El método tiene aplicación en la unión de tuberías y acoplamientos de todos los tipos incluyendo pero sin limitarse estrictamente a; uniones en T, codos, codos a 45°, piezas de cruce y piezas en Y. los acoplamientos se proporcionan convenientemente con rebajes anulares en sus extremos abiertos configurados para recibir los extremos de las tuberías a ser unidas. Las configuraciones de acoplamiento descritas previamente aseguran que el taladro de la tubería se incluye siempre en el sellado y ayuda a la eliminación de la exfoliación del extremo de la tubería. Se ha de entender que el término acoplamiento como se ha establecido en el presente documento se indica para incluir la tubería y accesorios para el cierre de los extremos de las tuberías así como los accesorios para la unión de tuberías.
- 40 **[0044]** La unión resultante es considerablemente más resistente a las fugas que las uniones proporcionadas por métodos mecánicos tales como el corrugado mecánico.
- 45 **[0045]** Para ayudar al lector en la comprensión de la invención, se sigue una descripción de algunas realizaciones de tuberías y acoplamientos a los que se puede aplicar la invención y del aparato que se puede usar para realizar la invención.
- 50 **[0046]** Se hace referencia a las siguientes figuras en la explicación que sigue:
- 55 La Figura 1 ilustra una sección transversal axial a través de una tubería multicapa a la que se puede aplicar útilmente la presente invención;
- 60 La Figura 2 ilustra el principio de inducción mutua tal como ocurre en un tubo metálico rodeado por una bobina de inducción que tenga una corriente pasando a través de ella.
- 65 La Figura 3 ilustra la tubería y un acoplamiento que se están uniendo de acuerdo con el método de la invención.

La Figura 4 ilustra una variedad de configuraciones de acoplamiento de tuberías de acuerdo con la invención.

La Figura 5 ilustra esquemáticamente una primera bobina y una disposición de abrazadera que se puede usar en realizaciones de la invención en las que se genera calor a través de la inducción electromagnética de la capa central.

La Figura 6 ilustra esquemáticamente una segunda bobina y una disposición de abrazadera que se puede usar en realizaciones de la invención en las que se genera calor a través de la inducción electromagnética de la capa central.

La Figura 7 ilustra un sistema de soldadura por inducción usado adecuadamente en el calentamiento de la capa metálica central de las Figuras 1 y 2.

La Figura 8 ilustra un conjunto de herramientas de calentamiento adecuadas para su uso en la implementación de una realización de los métodos de la invención.

[0047] Como se puede ver en la Figura 1, una tubería multicapa a la que se puede aplicar el método de la invención comprende cinco capas coaxiales; una capa de polímero más exterior 1, una capa metálica central 3 y una capa de polímero más interior 5; una capa de unión exterior 2 situada entre la capa de polímero más exterior 1 y la capa metálica central 3 y una capa de unión interior 4 situada entre la capa metálica central 3 y la capa de polímero más interior 5.

[0048] La Figura 2 ilustra una bobina de inducción primaria 21 que envuelve un núcleo metálico tubular 22. Se induce una corriente dentro de la bobina primaria mediante una alimentación 24. Un campo B magnético 25 es el resultado de la corriente en la bobina primaria 21 que a su vez induce en el núcleo metálico tubular una corriente secundaria 23. Se apreciará que debido a la resistencia en el material metálico del núcleo tubular 22, tendrá lugar un efecto de calentamiento a consecuencia de la corriente secundaria 23.

[0049] En el lado izquierdo de la Figura 3 se puede ver una tubería multicapa de construcción similar a la mostrada en la Figura 1. En el centro y derecha de la figura se muestra un acoplamiento 35 que comprende esencialmente un molde tubular hueco de material termoplástico que tiene una ranura anular 36a, 36b provista en cada extremo. La tubería multicapa 37 se encaja en la ranura anular 36a. La tubería montada y el acoplamiento se colocan en el interior de una bobina de inducción primaria 31 alimentada con una corriente alterna mediante una fuente de alimentación 34. Como consecuencia de la corriente 34 en la bobina primaria 31, se induce en una parte 32 de la capa metálica central 3 de la tubería multicapa 37 una corriente secundaria. La corriente secundaria produce a su vez el calentamiento local lo que conduce a una zona 38 de fusión local del acoplamiento 35 y de las capas termoplásticas más interiores y más exteriores 1, 5 de la tubería multicapa 37. Las capas fundidas se adhieren y tras la retirada del conjunto de la bobina primaria, se proporciona una unión tubería-acoplamiento totalmente adheridas. El proceso se puede repetir para una segunda tubería en la segunda ranura anular 36b para proporcionar una tubería unida con seguridad.

[0050] La Figura 4 muestra en sección longitudinal una variedad de acoplamientos de tubería de acuerdo con la invención. Los acoplamientos comprenden en general una única pieza unitaria de sección transversal circular hueca. La Figura 4a muestra un acoplamiento de tuberías de los extremos para la unión de un par de tuberías en paralelo. En sección transversal, la forma del acoplamiento se puede ver que comprende cuatro "U" dispuestas en dos pares, extremo a extremo. Cada sección con forma de U define parte de un rebaje anular R para la recepción de un extremo de una tubería. El acoplamiento de la Figura 4b es ampliamente similar al de la Figura 4a pero difiere en que en lugar de con forma de U, las cuatro secciones tienen forma de "J", por lo que la parte del acoplamiento que se asienta adyacente a la superficie expuesta de la capa más interior de una tubería insertada es más corta de longitud que la que se asienta adyacente a la superficie expuesta más exterior de la tubería. La Figura 4c muestra una variación adicional en la que las secciones tienen esencialmente forma de "L". El extremo corto de la L es de longitud suficiente para extenderse a través de las superficies extremas de cada capa de la tubería pero no se extienden dentro del taladro de la tubería cuando se inserta la tubería.

[0051] La Figura 4d ilustra una disposición similar a la de la Figura 4b, sin embargo, en esta realización, la parte más larga de la J se sienta adyacente a la superficie expuesta de la capa más interior de la tubería cuando se inserta la tubería. Las Figuras 4e y 4f ilustran unas tapas del extremo de la tubería que corresponden a los acoplamientos de la Figura 4a y de la Figura 4b. Se apreciará que los acoplamientos pueden tomar otras formas, por ejemplo, uniones en codo, uniones en T y uniones en Y. Los acoplamientos de la invención se caracterizan por su naturaleza unitaria y la provisión de un rebaje que aloja los extremos de tanto la capa interior como la más exterior de una tubería multicapa.

[0052] Como se puede ver en la Figura 5 se proporciona una abrazadera sustancialmente cilíndrica que comprende una parte superior 61 y una parte inferior 62, teniendo cada una, una parte labiada 63 que se extiende radialmente hacia el exterior y longitudinalmente desde las partes cilíndricas 61, 62. Las dos partes labiadas opuestas 63 de las partes cilíndricas respectivas 61, 62 pueden, opcionalmente, estar abisagradas entre sí. Como una alternativa a la

bisagra, las partes de los labios respectivos se pueden unir juntas mediante medios mecánicos, por ejemplo mediante tornillos o ganchos (no mostrados).

5 **[0053]** Las dos partes se unen de modo que encierren dos extremos de tubería 64, 65 que a su vez se conectan a un acoplamiento termoplástico (no mostrado). Con las dos partes 61, 62 unidas entre sí, se bobina un cable flexible 69 alrededor de la superficie exterior de la abrazadera cerrada y se recibe en una ranura helicoidal 60 provista en la superficie exterior de la abrazadera.

10 **[0054]** Los extremos del cable 69 están provistos con terminales 66 que, a su vez, se pueden enchufar en conectores de un circuito de salida remota 67.

15 **[0055]** En la Figura 6 se proporcionan de nuevo dos partes cilíndricas 71, 72, cada una con una porción labiada 73 que se extiende radialmente hacia el exterior y longitudinalmente del cilindro. La disposición difiere de la de la Figura 6 en que cada parte del cilindro 71, 72 tiene formada integralmente en ella la mitad de la bobina 76a, 76b. Cuando se alinean apropiadamente las dos partes, las dos semibobinas se acoplan juntas para formar una bobina de inducción (de trabajo). La bobina de trabajo está provista con dos terminales extremos 75 que se pueden conectar a un circuito de salida remota 67 usando unos terminales extremos similares a los 66 que se muestran en la Figura 5.

20 **[0056]** La Figura 7 muestra esquemáticamente una realización de un equipo de soldadura por inducción diseñada específicamente para su uso en el campo. Como se puede ver, el equipo de soldadura por inducción, durante el uso, se conecta a un transformador estándar 240/110 V 801 que recibe una entrada desde una alimentación de 240 V c.a. El transformador 801 se realiza en una caja que tiene un peso aproximado total de alrededor de 12 kg. La caja está provista con una o más asas 802 para un transporte fácil por un operador.

25 **[0057]** Se proporciona un cable 803 capaz de suministrar 110 V entre el transformador 801 y una unidad de fuente de alimentación de inducción 804. La alimentación de 110 V c.a. se recibe como una entrada a la unidad de fuente de alimentación de inducción 804 a través del cable 803. La unidad de fuente alimentación de inducción 804 se realiza en una caja ligera y tiene un peso total aproximado de 15 kg. Sobre una superficie superior de la caja existe un panel de interfaz de operador 805 por medio del que un operador puede seleccionar las condiciones de soldadura apropiadas, que se hayan determinado previamente para actuar en la salida de potencia y tiempo de ciclos óptimos de la unidad de alimentación de inducción hacia la bobina de trabajo que rodea la tubería y el accesorio a ser soldados. Uno o más lados de la unidad de alimentación 804 comprenden un número de aletas conductoras 806 (por ejemplo, de aluminio), que actúan como un disipador que dispersa el calor generado internamente de la unidad de alimentación de inducción. La unidad de alimentación de inducción 804 está provista también con una o más
35 asas de transporte 802.

40 **[0058]** Una vez que se han seleccionado por el operador las características deseadas de la tensión de alimentación de salida, la tensión de alimentación de salida se dirige a la bobina de trabajo por medio del cable interconexión 807 desde la unidad de alimentación de inducción 804 a la caja del circuito de salida remota 807 (peso aproximado de 1-3 kg). El cable de interconexión 807 se diseña largo (por ejemplo de aproximadamente 3-5 metros). La caja del circuito de salida remota 808 incluye circuitos para compensar las pérdidas o distorsiones en las características de la tensión de alimentación de salida seleccionada sucedidas en la transmisión a través del cable interconexión 807. El peso aproximado del circuito de salida remota es de 1-3 kg.

45 **[0059]** Como se puede ver en la Figura 8, las herramientas de calentamiento para su uso en la realización de fusión a enchufe de la invención se proporcionan en un par complementario, una (Figura 8a) configurada para recibir un extremo de una tubería y la otra (Figura 8b) configurada para la inserción dentro del rebaje de un extremo de un acoplamiento. Las herramientas incluyen típicamente un metal con un punto de fusión significativamente mayor que el del termoplástico de la tubería o del acoplamiento.

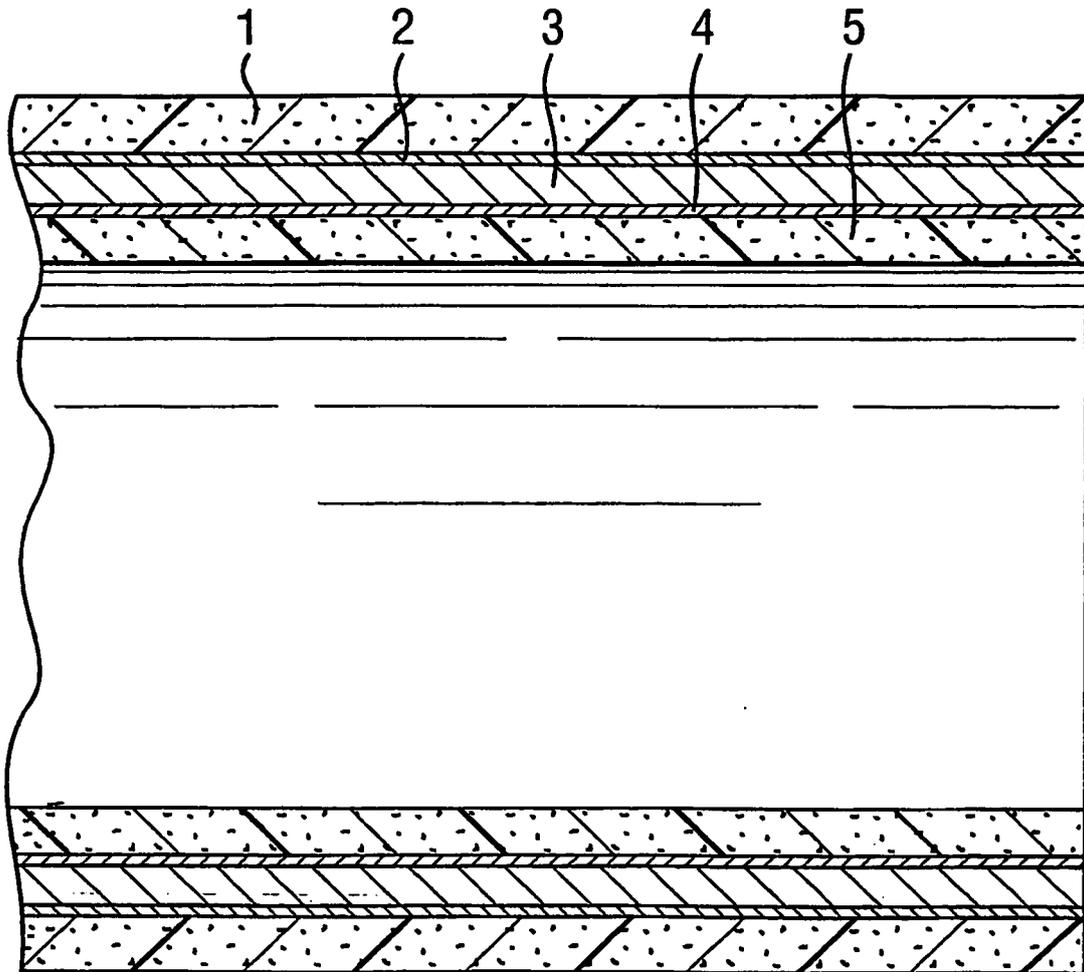
50

REIVINDICACIONES

1. Un método para la unión de una tubería multicapa (37) a un acoplamiento (35), comprendiendo al método las etapas de:
- 5 proporcionar una tubería multicapa (37), incluyendo la tubería (37) al menos una capa exterior (1) de material termoplástico, una capa interior (5) de material termoplástico y una capa central (3) de metal u otro material conductor que no tenga más de 2 mm de grosor y teniendo la tubería (37) un diámetro exterior de desde 20 mm a 110 mm;
- 10 proporcionar un acoplamiento (35) que incluye una pieza unitaria de material termoplástico y que incluye un rebaje (36a, 36b; R) para la recepción de un extremo (64, 65) de la tubería (37), estando configurado el rebaje (36a, 36b; R) para permitir que el acoplamiento (35) haga contacto con la tubería (37) cuando se recibe en el rebaje (36a, 36b; R);
- 15 el encaje de un extremo (64, 65) de la tubería (37) dentro del rebaje (36a, 36b; R) del acoplamiento (35); la introducción de calor tanto en el acoplamiento (30) como o bien en la capa exterior (5) solamente o bien tanto en la capa interior como exterior (5, 1) de la tubería (37) suficiente para producir la fusión local en la interfaz entre el acoplamiento (35) y o bien la capa interior (5) solamente o bien tanto en la capa interior como la más exterior (5, 1);
- 20 en la que la etapa de introducción de calor involucra rodear el extremo (64, 65) montado de la tubería (37) y del acoplamiento (35) con una bobina eléctricamente conductora (69) y pasar una corriente alterna a través de la bobina eléctricamente conductora (69) suficiente para producir la inducción mutua en la capa central (3) de la tubería (37);
- caracterizado por que:**
- 25 la bobina eléctricamente conductora (69) se proporciona en la forma de un hilo flexible que se devana alrededor de una abrazadera cilíndrica (61, 62; 71, 72), teniendo la abrazadera cilíndrica (61, 62; 71, 72) un diámetro interior dimensionado para recibir y acoplar el diámetro exterior de la tubería (37) y el diámetro exterior del acoplamiento (35).
2. Un método como se reivindica la reivindicación 1, **caracterizado por que** la capa central (3) es menor de 2 mm de gruesa.
3. Un método como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, **caracterizado por que** la capa interior (5) y/o la capa exterior (1) comprende un material seleccionado de entre polietileno de elevado rendimiento de temperatura ("PE-RT"), copolímeros de etileno/octano, MDPE, HDPE o PP.
- 35 4. Un método como se reivindica la reivindicación 3, **caracterizado por que** el acoplamiento (35) comprende un material seleccionado de entre polietileno de elevado rendimiento de temperatura ("PE-RT"), copolímeros de etileno/octano, MDPE, HDPE o PP.
- 40 5. Un método como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, **caracterizado por que** la capa exterior (1) tiene un grosor en el intervalo de 0,4 mm a 5,0 mm.
6. Un método como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, **caracterizado por que** la capa interior (5) tiene un grosor de desde 0,4 mm a 5,0 mm.
- 45 7. Un método como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, **caracterizado por que** el rebaje (36a, 36b; R) del acoplamiento (35) es un rebaje anular definido por una pared exterior y una pared interior, y la pared interior tiene un grosor de desde 2,0 mm a 9,0 mm.
- 50 8. Un método como se reivindica la reivindicación 7, **caracterizado por que** la pared exterior tiene un grosor de desde 2,0 mm a 9,0 mm.
9. Un método como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, **caracterizado por que** la tubería (27) incluye una o más capas de unión (2, 4).
- 55 10. Un método como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, **caracterizado por que** la capa central (3) de la tubería (37) incluye aluminio o un material ferromagnético, tal como acero inoxidable magnético.
- 60 11. Un método como se reivindica en la reivindicación 10, **caracterizado por que**, durante la etapa de calentamiento, la temperatura de la interfaz de aluminio se mantiene entre aproximadamente 200°C y 260°C.
12. Un método como se reivindica en la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** la corriente eléctrica se suministra durante un periodo de desde 10 s a 300 s.
- 65 13. Un método como se reivindica en las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por que** la frecuencia de funcionamiento de la bobina eléctricamente conductora (69) está entre aproximadamente 40 kHz y 60 kHz.

14. Un método como se reivindica en las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado por que** la electricidad suministrada a una unidad de alimentación de inducción principal (804) está a una tensión nominal que varía desde 110 V a 240 V
- 5 15. Un método como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, **caracterizado por que** se proporcionan una o más guías (60) en o sobre la superficie exterior de la abrazadera (61, 62) y el cable flexible de la bobina eléctricamente conductora (69) se recibe y se mantiene en su sitio en las una o más guías (60) en una configuración apropiada.
- 10 16. Un método como se reivindica en la reivindicación 15, **caracterizado por que** las una o más guías (60) se proporcionan en la forma de una ranura helicoidal mecanizada en la superficie exterior de la abrazadera (61, 62) en una profundidad apropiada y con un paso apropiado para recibir el cable flexible de la bobina eléctricamente conductora (69).
- 15 17. Un método como se reivindica en la reivindicación 16, **caracterizado por que** se proporciona adicionalmente un dispositivo de contención para mantener el cable flexible bobinado (69) en su configuración bobinada.
18. Un método como se reivindica en la reivindicación 17, **caracterizado por que** el dispositivo de contención es una segunda abrazadera cilíndrica que tiene un diámetro interior configurado para recibir el diámetro exterior de la abrazadera cilíndrica (61, 62) ranurada helicoidalmente.
- 20 19. Un método como se reivindica en las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado por que** la bobina eléctricamente conductora (69) se proporciona en la forma de dos partes de bobina (76a, 76b) formadas de modo integral en dos partes principales de la abrazadera (71, 72), teniendo la abrazadera (71, 72) un diámetro interior dimensionado para recibir el diámetro exterior de la tubería (37) y el diámetro exterior del acoplamiento (35), estando acoplado alrededor del diámetro exterior de la tubería (37) y del diámetro exterior del acoplamiento (35) y estando de modo que, cuando las dos partes emparejadas de la abrazadera (71, 72) se ponen juntas, las dos partes de la bobina (76a, 76b) se interconectan para producir una única bobina de inducción.
- 25 20. Un método como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, **caracterizado por que** el acoplamiento (35) comprende una pieza moldeada de material termoplástico que tiene al menos un extremo abierto que está provisto con el rebaje (36a, 36b; R).
- 30

FIG. 1



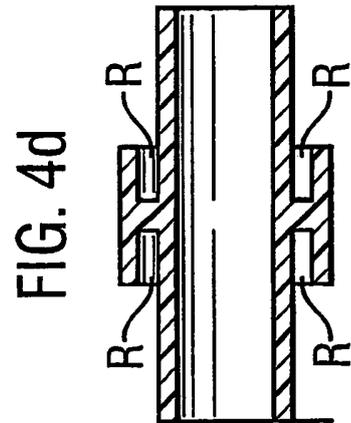
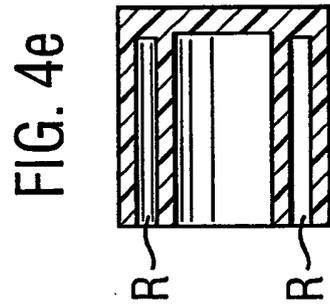
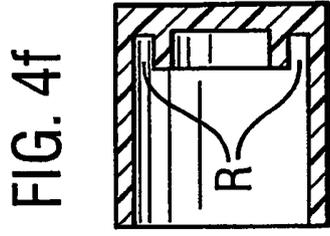
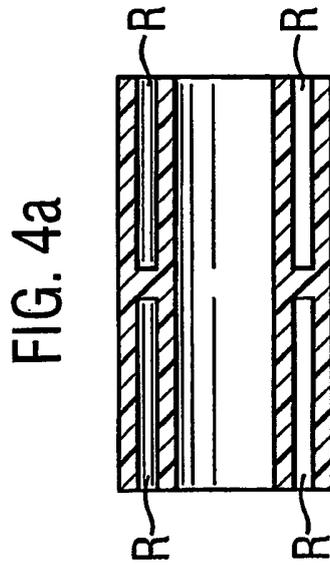
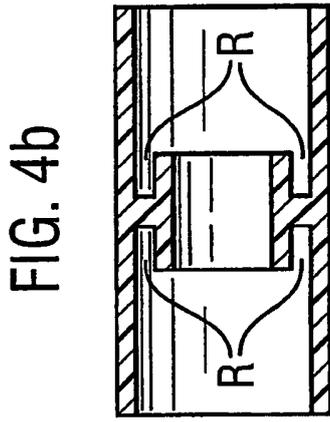
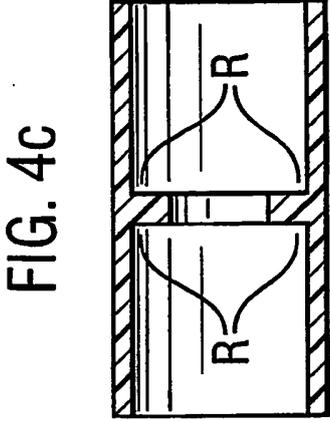


FIG. 5a

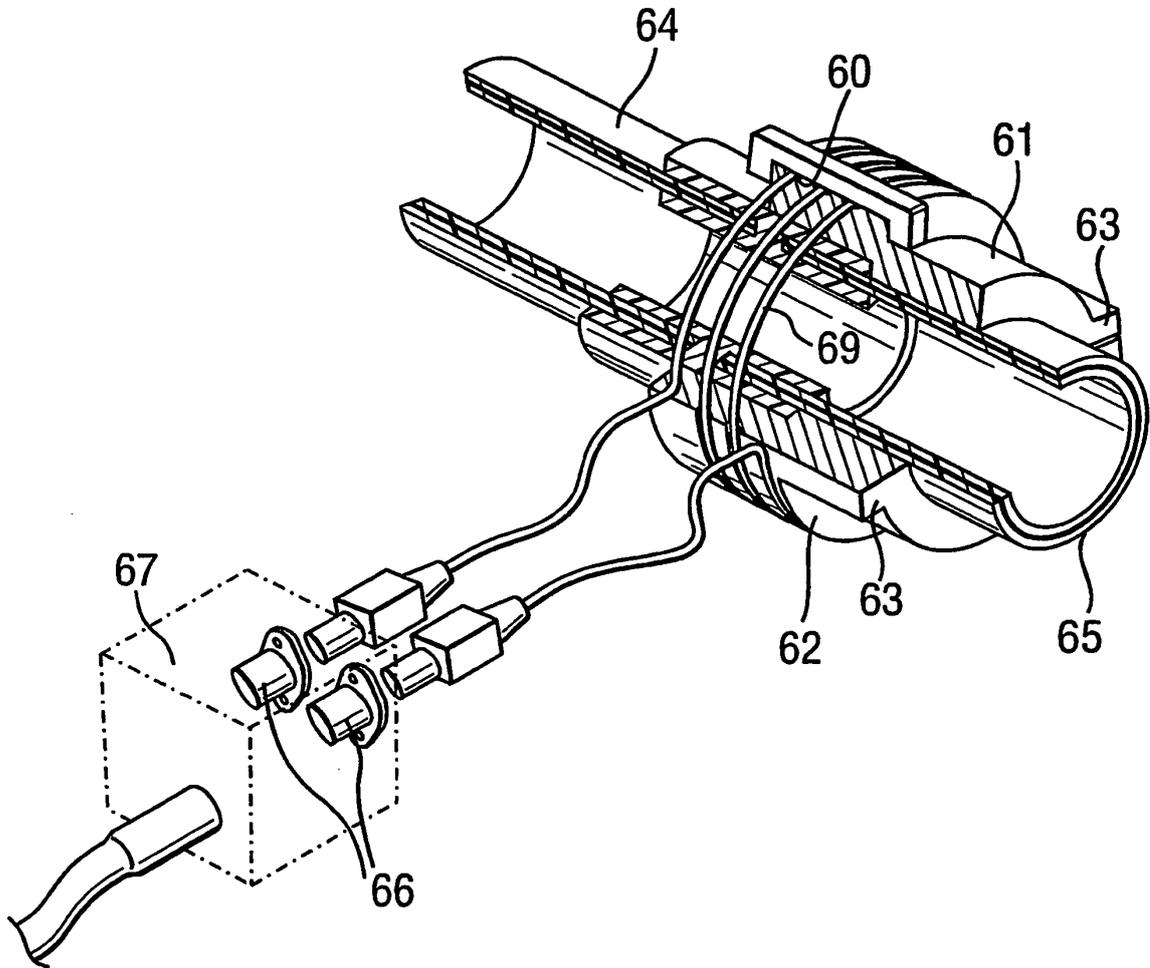


FIG. 5b

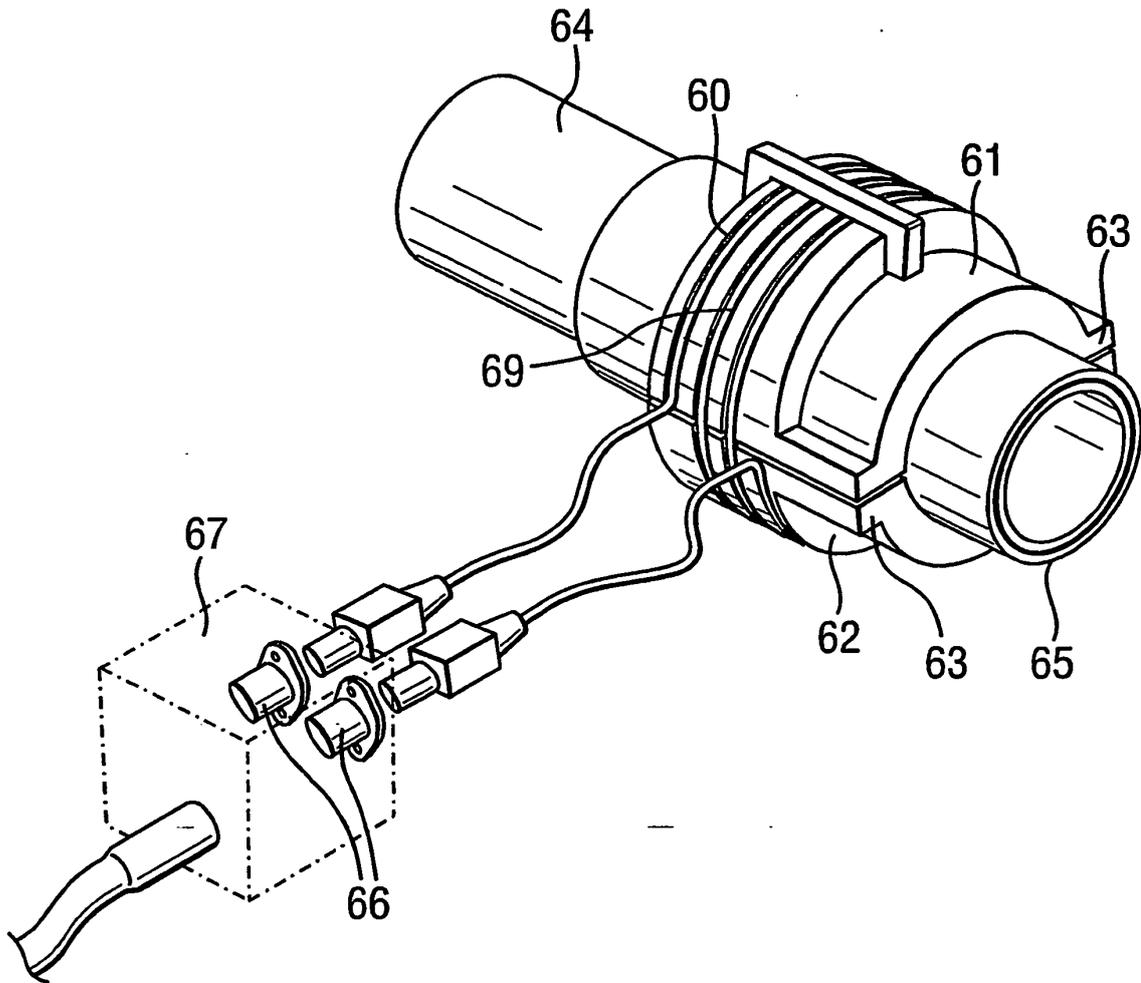


FIG. 6a

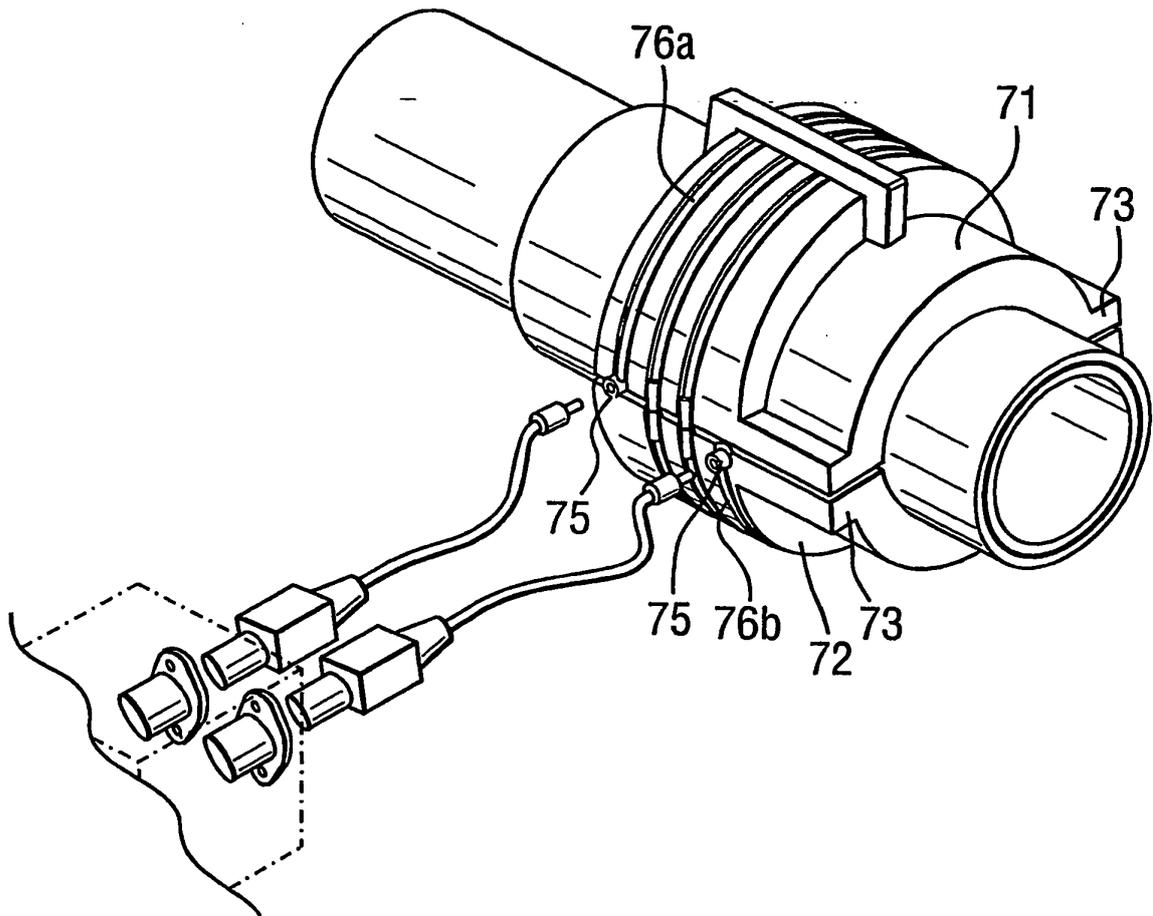


FIG. 6b

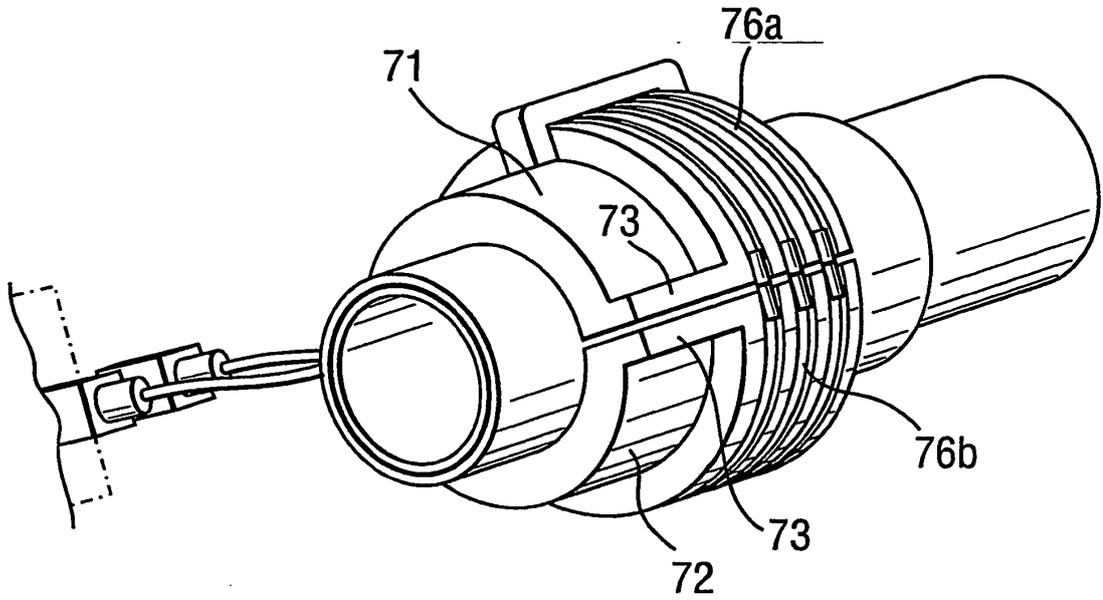


FIG. 7

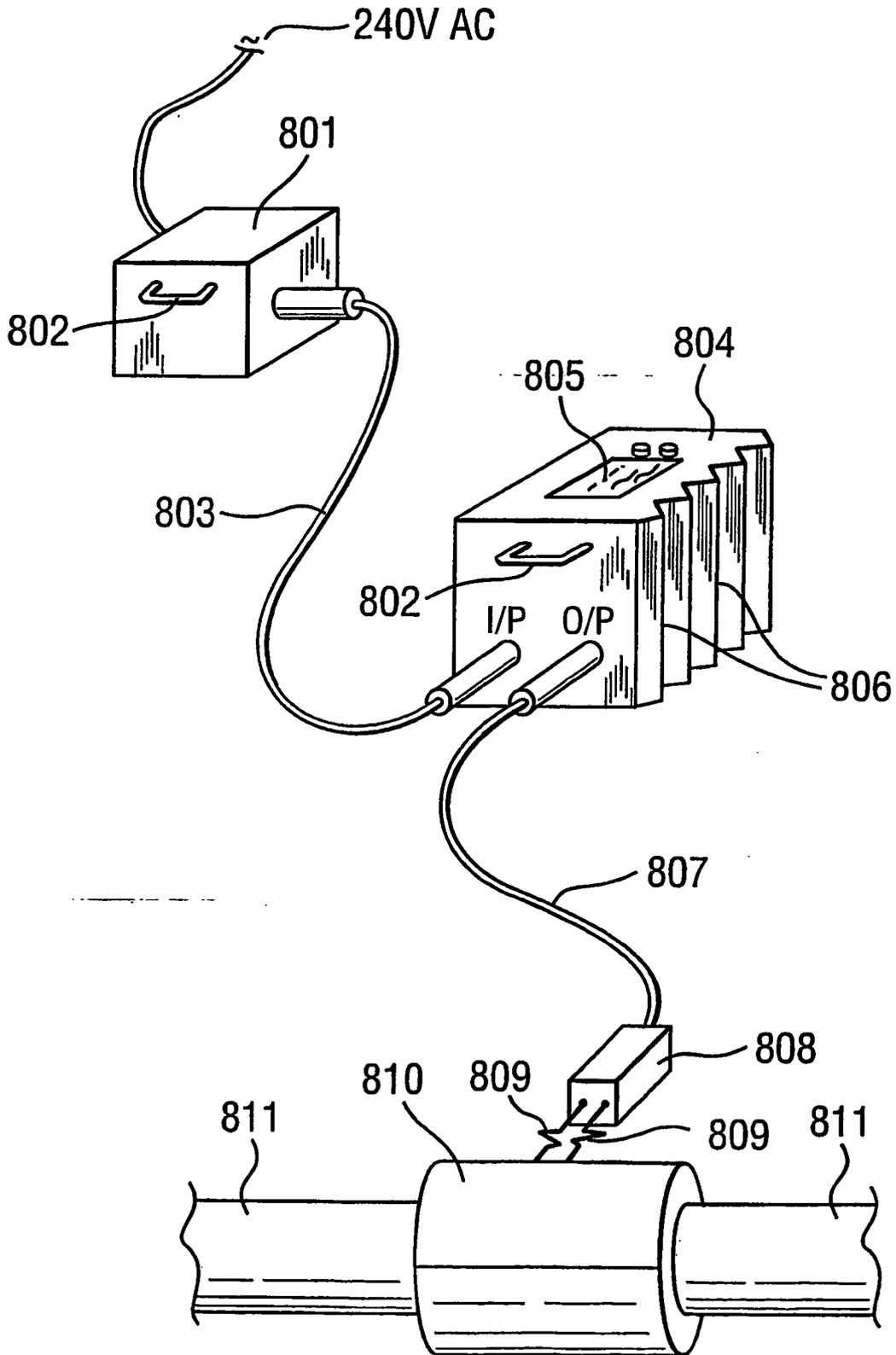


FIG. 8

