

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 773**

51 Int. Cl.:

<b>B29C 65/34</b>	(2006.01)	<b>F16L 47/30</b>	(2006.01)
<b>F16L 47/03</b>	(2006.01)	<b>B29C 65/82</b>	(2006.01)
<b>C08L 23/06</b>	(2006.01)	<b>B29K 505/02</b>	(2006.01)
<b>C08K 3/08</b>	(2006.01)	<b>B29K 505/08</b>	(2006.01)
<b>B29C 65/00</b>	(2006.01)	<b>B29K 505/14</b>	(2006.01)
<b>B29C 45/16</b>	(2006.01)	<b>B29K 505/00</b>	(2006.01)
<b>B29C 70/68</b>	(2006.01)	<b>B29C 70/58</b>	(2006.01)
<b>B29L 23/00</b>	(2006.01)		
<b>B32B 37/06</b>	(2006.01)		
<b>B32B 37/20</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2015** **E 15152994 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018** **EP 2902171**

54 Título: **Miembro de acoplamiento de electrofusión y proceso de fabricación de miembro de acoplamiento de electrofusión**

30 Prioridad:

**30.01.2014 US 201461933394 P**  
**30.03.2014 US 201461972324 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.05.2018**

73 Titular/es:

**PLASSON LTD (100.0%)**  
**Maagan Michael**  
**3780500 Doar-Na Menashe, IL**

72 Inventor/es:

**ULIEL, AMI**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 668 773 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**

Miembro de acoplamiento de electrofusión y proceso de fabricación de miembro de acoplamiento de electrofusión

5 Campo y antecedentes de la invención

La presente invención, en algunas realizaciones de la misma, se refiere a electrofusión, y más en particular, pero no en exclusiva a una composición termoplástica útil en la fabricación de acopladores de electrofusión.

10 El proceso de fusión térmica comprende el calentamiento de dos superficies termoplásticas a una temperatura indicada sobre el punto de fusión, seguido de la aplicación de una fuerza suficiente para provocar que los materiales fundidos fluyan y se mezclen, resultando por tanto en una fusión de los dos componentes. Cuando un proceso de fusión térmica se realiza en condiciones óptimas, el área de articulación se vuelve al menos tan fuerte como los propios componentes en términos de propiedades tensoras y de presión, así como en integridad y continuidad.

15 Los acopladores de electrofusión (EF), denominados de manera intercambiable accesorios de electrofusión o adaptadores de electrofusión, constituyen una familia de dispositivos que se usan para ejecutar el proceso de fusión térmica (soldadura), y normalmente comprenden un cuerpo hecho de sustancia termoplástica, con un elemento de calentamiento de resistencia eléctrica, normalmente en la forma de un alambre metálico o una bobina, dispuesta en y adyacente a una superficie del cuerpo que se va a fusionar (soldar) a otro dispositivo que también se realiza de una sustancia termoplástica. Cuando una corriente eléctrica predeterminada se aplica al elemento de calentamiento durante un período de tiempo predeterminado, la sustancia termoplástica se suaviza y/o funde, y el material del cuerpo del acoplador se fusiona con el del otro objeto que se va a soldar al acoplador.

25 Los acopladores de electrofusión (en este documento y a través del texto denominados "EFC") se usan frecuentemente para fusión de empuñadura, asiento y conector hembra en la producción de articulaciones de tubería entre diversos elementos de canalización hechos de sustancia termoplástica. Por ejemplo, una unión de tubería EFC (accesorio de tubería) normalmente comprende un manguito, una malla o una funda de resina termoplástica (tal como por ejemplo polietileno) que incorpora una bobina del alambre de calentamiento de resistencia adyacente a su superficie interior, en el que los extremos del alambre sobresalen a través de la superficie exterior para conectarse a terminales para activar el alambre desde un equipo de control de potencia eléctrica adecuado. En el proceso de unión de tubería, los extremos de las tuberías a conectar se empujan en el hueco del acoplador, las conexiones necesarias se realizan entre los extremos del alambre y el equipo de control, y luego una corriente predeterminada se suministra durante un período controlado para ablandar y fusionar el material del manguito y las tuberías para que se suelden firmemente entre sí por medio del accesorio.

40 Mientras que el método de acoplamiento antes mencionado es en su mayor parte exitoso, tiene la desventaja de que debe llevarse a cabo por personal entrenado y habilidoso si quieren asegurarse buenos resultados, ya que la resistencia de soldadura lograda y la integridad depende de un pretratamiento de superficie de tubería sin fallos en los extremos de unión (normalmente limpieza y raspado de la capa de polímero exterior oxidada en la superficie), y el uso de una cantidad correcta de energía de calentamiento durante el período de tiempo correcto (incluyendo tiempo de refrigeración). Estos factores se diferencian para tuberías y acopladores de diferentes tamaños y tipos. Un pretratamiento inapropiado de extremos de tubería, un mal uso de un acoplador o desviación desde las instrucciones del fabricante del acoplador puede conducir a un fallo de la articulación, una filtración o explosión de la tubería con consecuencias perjudiciales.

50 La Patente de los Estados Unidos n.º 4.486.650 enseña accesorios de electrofusión que incluyen medios de contacto de terminal auxiliar conectados eléctricamente a un dispositivo con un parámetro eléctrico característico cuyo valor puede detectarse eléctricamente mediante un aparato adecuado y se selecciona de acuerdo con la potencia eléctrica que debería suministrarse al accesorio.

55 La Patente de los Estados Unidos n.º 4.684.428 enseña una almohadilla de fusión que se produce formando una hendidura en espiral en la superficie superior de almohadilla, y suministrando un alambre desde un carrete a través de un orificio en la almohadilla y sujeto a un terminal en la superficie inferior de la almohadilla mientras se rota la almohadilla. Una vez que el alambre está colocado en la hendidura, la almohadilla se presiona mediante un elemento de calentamiento de manera que las paredes de hendidura adyacentes se funden en sus regiones superiores y se pliegan hacia dentro sobre el alambre entre medias y se solidifican para retener el alambre en la hendidura.

60 La Patente de los Estados Unidos n.º 4.703.150 enseña un miembro de conexión que tiene un cuerpo de manguito y un alambre de calentamiento de resistencia incrustado en su interior con terminales a una fuente de potencia, mientras que al calentar el alambre de calentamiento de resistencia, un área de soldadura entre el miembro de manguito se plastifica y suelda.

65 La Patente de los Estados Unidos n.º 4.933.037 describe una pieza de conexión moldeada y un método para fabricar la misma, en particular una silla de perforación hecha de material termoplástico y con un alambre de calentamiento

capaz de conducir una corriente eléctrica para producir una articulación soldada entre la pieza de conexión moldeada y un objeto a unir con la pieza de conexión moldeada.

El documento US2009/148300A1 divulga un miembro de acoplamiento de electrofusión hecho de un material termoplástico que tiene partículas metálicas y/o alambres metálicos o no metálicos incrustados en el interior. La técnica anterior adicional incluye, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos con n.º 3.506.519, 4.274.662, 4.455.482, 4.579.882, 4.680.140, 4.806.181, 4.927.183, 4.933.037, 4.947.012, 4.958.857, 5.104.468, 5.252.810, 5.348.045, 5.354.100, 5.375.889, 5.577.529, 5.601.315, 5.687.996, 5.732.732, 6.193.834, 6.375.226, 6.392.208, 6.840.546, 7.064.300, 7.798.531, 8.201.573 y 8.424.917. También se hace referencia al documento JP 2003 222287 A y el documento WO 01/76851 A1.

#### Sumario de la invención

Las metodologías de electrofusión practicadas actualmente implican todas el uso de un elemento de calentamiento que se activa para fundir parcialmente una sustancia termoplástica para permitir la fusión de dos o más artículos. Estas metodologías se limitan por la integridad de la soldadura, afectada por la experiencia del usuario.

Las realizaciones de la presente invención se refieren a una composición termoplástica que se basa en una combinación de una sustancia termoplástica, tal como polietileno, y una pluralidad de partículas metálicas dispersas en el interior. Esta composición termoplástica que contiene partículas metálicas se diseña para permitir un rendimiento de soldadura mejorado cuando se usa para realizar un acoplador de electrofusión, incluso en las manos de un usuario no experimentado.

Las realizaciones de la presente invención se refieren además a acopladores de electrofusión de todas las formas y contornos, basándose en la composición termoplástica que contiene partículas metálicas reivindicada actualmente.

De acuerdo con un aspecto de algunas realizaciones de la presente invención se proporciona un miembro de acoplamiento de electrofusión que comprende:

un cuerpo con una o más superficies de contacto; y  
 uno o más elementos de calentamiento de resistencia eléctrica dispuestos en o sobre el cuerpo adyacente a la superficie de contacto, en el que el cuerpo comprende al menos una composición termoplástica que incluye una sustancia termoplástica y una pluralidad de partículas metálicas incorporadas en la sustancia termoplástica, y en el que una concentración de dichas partículas varía desde 1 por ciento en peso a 30 por ciento en peso del peso total de la composición.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el miembro de acoplamiento de electrofusión comprende además medios terminales adaptados para conectar los elementos de calentamiento de resistencia eléctrica a una fuente de potencia eléctrica.

De acuerdo con algunas de cualquiera de las realizaciones de la invención, la sustancia termoplástica comprende un polímero termoplástico.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el polímero termoplástico es un polietileno.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el polímero termoplástico se selecciona del grupo que consiste en polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de densidad baja lineal (LLDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno reticulado (PEX), polietileno de peso molecular ultra alto (UH-MWPE) y cualquier combinación de los mismos.

De acuerdo con algunas de estas realizaciones, el polietileno en la composición termoplástica se selecciona del grupo que consiste en polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de densidad baja lineal (LLDPE), polietileno de densidad alta (HDPE), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno reticulado (PEX), polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE) y cualquier combinación de los mismos.

De acuerdo con algunas de estas realizaciones, las partículas metálicas comprenden al menos un elemento metálico.

De acuerdo con algunas de estas realizaciones, el elemento metálico se selecciona del grupo que consiste en un metal de transición, un metal noble, un metal de postransición, un metal de base, un metal pobre, un metal alcali, un metal alcalinotérreo, un lantánido, un actínido, un metaloide y un cuasi metal.

De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, para cualquiera de los miembros de acoplamiento de electrofusión o composiciones divulgadas en este documento, la conductancia térmica del elemento metálico es 200 W/(m K) o más.

De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, para cualquiera de los miembros de acoplamiento de electrofusión o composiciones divulgadas en este documento, la capacidad de calor específica a 25 °C del elemento metálico es 1 J/g°K o menos.

5 De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, para cualquiera de los miembros de acoplamiento de electrofusión divulgados en este documento, las partículas metálicas se caracterizan por un diámetro promedio de menos de 100 micras.

10 De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, para cualquiera de los miembros de acoplamiento de electrofusión divulgado en este documento, la concentración de las partículas metálicas en la sustancia termoplástica es al menos 3 por ciento en peso del peso total de la sustancia termoplástica.

15 De acuerdo con la invención, para cualquiera de los miembros de acoplamiento de electrofusión divulgado en este documento, la concentración de las partículas metálicas en la sustancia termoplástica varía desde 1 por ciento en peso a 30 por ciento en peso del peso total de la sustancia termoplástica.

De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, la concentración de las partículas metálicas varía de 5 por ciento en peso a 10 por ciento en peso del peso total de la sustancia termoplástica.

20 De acuerdo con algunas de estas realizaciones de la invención, la concentración de partículas metálicas es 10 por ciento en peso del peso total de la sustancia termoplástica.

25 De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, para cualquiera de los miembros de acoplamiento de electrofusión divulgado en este documento, el miembro de acoplamiento de electrofusión se forma de una forma seleccionada del grupo que consiste en un cilindro, un disco, un conector hembra, un manguito, un anillo plano, una junta tórica, un anillo en X, un anillo en Q, una junta, una junta de reborde, una lámina, una malla y un asiento.

30 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la superficie de contacto se moldea y forma para coincidir con una superficie de articulación de al menos un objeto termoplástico.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la superficie de contacto y la superficie de articulación constituyen un par de superficies coincidentes.

35 De acuerdo con un aspecto de algunas realizaciones de la presente invención se proporciona un dispositivo acoplador de electrofusión que incluye cualquiera de los miembros de acoplamiento de electrofusión divulgado en este documento.

40 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el dispositivo divulgado en este documento se forma en una forma seleccionada del grupo que consiste en un accesorio de tubería, un adaptador, un reborde, una abrazadera de reborde, una malla, un conector hembra, un manguito, un asiento, un asiento de ramificación, una unión de ramificación, un asiento de transición, un asiento de cloaca, un acoplamiento medio, una limitación de flexión, una T de roscado, una funda, un recodo fijo, un recodo ajustable, un sifón, un divisor, un colector, un reductor, un reductor excéntrico, una boquilla, un tapón terminal, una espiga y/o una válvula.

45 De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, el miembro de acoplamiento de electrofusión es una superficie de contacto del dispositivo.

50 De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, la superficie de contacto se dimensiona y forma para coincidir con una superficie de articulación de al menos un objeto termoplástico.

De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, el objeto termoplástico es una tubería termoplástica.

55 De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, la superficie de contacto y la superficie de articulación constituyen un par de superficies coincidentes.

60 De acuerdo con un aspecto de algunas realizaciones de la presente invención se proporciona un proceso de fabricación de cualquiera de los miembros de acoplamiento de electrofusión aquí divulgados; comprendiendo el proceso:

65 mezclar pellas de una primera sustancia termoplástica con la pluralidad de partículas metálicas dispersas en el interior con pellas de una segunda sustancia termoplástica para formar por tanto una composición termoplástica que contiene partículas metálicas; y moldear la composición termoplástica que contiene partículas metálicas en un molde prediseñado.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el proceso presentado en este documento comprende además, antes de mezclar las pellas de la primera sustancia termoplástica con la pluralidad de partículas metálicas dispersas en su interior con la segunda sustancia termoplástica, dispersar la pluralidad de partículas metálicas en la primera sustancia termoplástica en un estado fundido; y

5 formar las pellas de la primera sustancia termoplástica con la pluralidad de partículas metálicas dispersas en su interior.

De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, el proceso presentado en este documento incluye además disponer el elemento de calentamiento de resistencia eléctrica en el cuerpo disponiendo el elemento de calentamiento de resistencia eléctrica en el molde antes de moldear o disponer el elemento de calentamiento de resistencia eléctrica en hendiduras preformadas en el cuerpo después del moldeo.

10

De acuerdo con un aspecto de algunas realizaciones de la presente invención se proporciona un proceso de fabricación de cualquiera de los dispositivos aquí divulgados; comprendiendo el proceso colocar cualquiera de los miembros de acoplamiento de electrofusión divulgados en este documento en un molde, e inyectar una primera sustancia termoplástica en el molde de manera que el miembro forma una superficie de contacto del dispositivo.

15

De acuerdo con un aspecto de algunas realizaciones de la presente invención se proporciona un método de soldar al menos dos tuberías termoplásticas, el método se realiza:

20

proporcionando cualquiera de los miembros de acoplamiento de electrofusión divulgado aquí formado en una forma de un adaptador de tubería que tiene dos aberturas;  
insertando el extremo de cada una de las tuberías en cada una de las aberturas; y  
aplicando una corriente predeterminada a través del elemento de calentamiento de resistencia eléctrica durante un período de tiempo predeterminado, para fundir por tanto la sustancia termoplástica.

25

De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, el método comprende además, antes de la inserción de las tuberías, limpiar la superficie de articulación en el extremo de cada una de las tuberías.

30 De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la invención, el método comprende además, después del período de tiempo, permitir que la sustancia termoplástica se enfríe y solidifique.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y/o científicos usados aquí tienen el mismo significado que entiende normalmente un experto en la materia al que pertenece la invención. Aunque los métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en este documento pueden usarse en la práctica o ensayo de realizaciones de la invención, los métodos y/o materiales ejemplares se describen a continuación. En caso de conflicto, la memoria descriptiva de patente, incluyendo las definiciones, tendrá el control. Además, los materiales, métodos y ejemplos son solo ilustrativos y no pretenden ser necesariamente limitativos.

35

La implementación del método y/o sistema de realizaciones de la invención puede implicar realizar o completar tareas seleccionadas manualmente, automáticamente o una combinación de los mismos. Además, de acuerdo con una instrumentación actual y equipos de realizaciones del método y/o sistema de la invención, varias tareas seleccionadas podrían implementarse por hardware, software o por firmware o mediante una combinación de los mismos usando un sistema operativo.

40

45

Breve descripción de los dibujos

Algunas realizaciones de la invención se describen aquí, a modo de ejemplo únicamente, en referencia a los dibujos adjuntos. En referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se enfatiza que los particulares mostrados son solo a modo de ejemplo y con fines de análisis ilustrativo de realizaciones de la invención. En este sentido, la descripción tomada junto con los dibujos hace aparente para los expertos en la materia cómo las realizaciones de la invención pueden practicarse.

50

En los dibujos:

55

las Figuras 1A-B presentan una ilustración isométrica (Figura 1A) y una sección transversal longitudinal (Figura 1B) de un miembro de acoplamiento de electrofusión 10 ejemplar formado como una malla o un disco;

la Figura 2 presenta una ilustración en perspectiva de una vista desde abajo de una T de roscado de acoplador de electrofusión, que muestra un miembro de acoplamiento de electrofusión 10 ejemplar de las Figuras 1A-B formado como un asiento;

60

la Figura 3 presenta una sección longitudinal a través de la junta de dos extremos de tubería usando un adaptador de tubería EFC ejemplar o accesorio de tubería, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, que muestra el miembro de acoplamiento de electrofusión 31 con forma de manguito formando una parte del adaptador de tubería EFC 30; y

la Figura 4 es una fotografía que muestra cuatro dispositivos de adaptador de tubería EFC preparados con un miembro de acoplamiento de electrofusión de Muestra 5, fusionado sobre tuberías PE00, peladas y en sección longitudinalmente en cuartos.

5 Descripción de realizaciones específicas de la invención

La presente invención, en algunas realizaciones de la misma, se refiere a electrofusión, y más en particular, pero no en exclusiva, a una composición termoplástica útil en la fabricación de acopladores de electrofusión.

10 Antes de explicar al menos una realización de la invención en detalle, debe entenderse que la invención no se limita necesariamente en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de los componentes y/o métodos expuestos en la siguiente descripción y/o ilustrados en los dibujos y/o los ejemplos. La invención es capaz de tener otras realizaciones o de practicarse o llevarse a cabo de diversas maneras.

15 Tal como se ha descrito antes aquí, la electrofusión se ha usado durante décadas para fundir juntas y acoplar tuberías termoplásticas con un grado relativamente alto de éxito, sin embargo la integridad del resultado de soldadura depende de varios factores que no pueden controlarse por el fabricante del acoplador de electrofusión ya que dependen de las prácticas y la adherencia a protocolos de la persona que instala el sistema de tuberías. Como se ha analizado antes, para una alta integridad de soldadura a lograr por un artesano experimentado usando dispositivos de acoplador de electrofusión (EFC) contemporáneos, la superficie exterior cerca de los extremos de las tuberías, o de otra manera cualquier superficie de articulación de la tubería, particularmente aquellas fabricadas por extrusión, debería rasparse para limpiarse de la capa plástica expuesta, que se considera oxidada y dañina para el proceso de soldadura.

25 La etapa de raspado es una parte del proceso de pretratamiento de tubería, que normalmente incluye además limpieza, frotado de los bordes y redondeo en sección transversal, que debe llevarse a cabo por el usuario final para lograr una alta integridad de fusión de tubería. La alta integridad de fusión de tubería es generalmente crítica para la mayoría de redes de canalización residenciales e industriales, y debería adherirse a los requisitos estrictos de las regulaciones y estándares de la industria, tal como los estándares ASTM F2620 (*Heat Fusion Joining of Polyethylene Pipe and Fittings*) y/o F1290 (*Standard Practice for Electrofusion Joining Polyolefin Pipe and Fittings*).

30 Mientras se busca una solución para el usuario final relacionada con el fallo de la soldadura, el presente inventor concibió una composición termoplástica que puede usarse para producir un miembro de acoplamiento de electrofusión que forma una parte de cualquier EFC, y que puede permitir resultados de soldadura satisfactorios. Más específicamente, el presente inventor ha contemplado el uso de una composición termoplástica moldeable que contiene partículas metálicas.

*Miembro de acoplamiento de electrofusión:*

40 El presente inventor ha utilizado polvo metálico fino dentro de una resina usada para producir el cuerpo de un miembro de acoplamiento de electrofusión, y ha demostrado que tal resina permite resultados de soldadura mejorados, incluso en superficies de articulación que no se pretrataron adecuadamente antes de la soldadura (por ejemplo, una capa plástica exterior que no se raspó antes de la soldadura). La composición termoplástica que contiene partículas metálicas concebida demostró exhibir unos resultados mejorados notablemente en comparación con composiciones conocidas comparables usadas en dispositivos EFC contemporáneos, mientras se adhiere a los requisitos estrictos de los estándares y regulaciones de la industria, tal como el ASTM D2837 (*Standard Test Method for Obtaining Hydrostatic Design Basis for Thermoplastic Pipe Materials or Pressure Design Basis for Thermoplastic Pipe Products*), ASTM D3350 (*Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials*), ASTM D3261 (*Standard Specification for Butt Heat Fusion Polyethylene (PE) Plastic Fittings for Polyethylene (PE) Plastic Pipe and Tubing*) y/o ASTM F894 (*Standard Specification for Polyethylene (PE) Large Diameter Profile Wall Sewer and Drain Pipe*).

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un miembro de acoplamiento de electrofusión (EFC) que incluye:

55 un cuerpo que tiene al menos una superficie de contacto, que comprende una composición termoplástica que incluye al menos una sustancia termoplástica y una pluralidad de partículas metálicas incorporadas en su interior; y  
al menos un elemento de calentamiento de resistencia eléctrica dispuesto en o sobre el cuerpo adyacente a la superficie de contacto.

En algunas realizaciones, el miembro EFC comprende además medios terminales adaptados para conectar el elemento de calentamiento de resistencia eléctrica a una fuente de potencia eléctrica.

65 El término "cuerpo", como se usa en este documento, se refiere a la parte de un miembro de acoplamiento de electrofusión que se realiza, entre otros, de una composición termoplástica como se describe en este documento. El

“cuerpo” forma el miembro EFC de manera que durante el proceso de acoplamiento de electrofusión, al menos una parte del cuerpo se funde junto con una parte de al menos otro objeto a unir, para fusionar por tanto estas partes fundidas. El cuerpo puede ser un cuerpo generalmente plano que puede usarse como una malla plana (véase la Figura 1 a continuación), o puede doblarse en diversas formas en tres dimensiones, tal como un cilindro, un asiento (véase la Figura 2 a continuación) y similar. En general, el cuerpo tiene dos “caras” (véanse las superficies 13a y 13b en las Figuras 1B y 2 a continuación) y uno o ambos pueden funcionar como una superficie de contacto.

El cuerpo puede exhibir una variedad de características estructurales, tal como aberturas, orificios, hendiduras y similares, como se describen a continuación, algunas de las cuales se diseñan para contener o sostener un elemento de calentamiento de resistencia eléctrica, como se describe en detalle a continuación y se ejemplifica en las Figuras, mientras otras características estructurales se diseñan para interactuar con otras partes de un dispositivo acoplador de electrofusión y/o con otros objetos, como se describe en detalle a continuación.

*Sustancia termoplástica:*

El componente principal del cuerpo del miembro EFC presentado en este documento es una sustancia termoplástica. En el contexto de realizaciones de la presente invención, el término “sustancia termoplástica” se refiere a una sustancia que se vuelve plegable o moldeable cuando se calienta por encima de una temperatura específica, y vuelve a un estado sólido tras enfriarse. Normalmente, una sustancia termoplástica tiene un alto peso molecular, y sus moléculas se asocian a través de fuerzas intermoleculares, lo que permite que las sustancias termoplásticas se remodelen debido a las interacciones intermoleculares que se incrementan después del enfriamiento y restauran las propiedades de masa. Este atributo separa las sustancias termoplásticas de las sustancias termoestables, que forman unas uniones químicas irreversibles durante el proceso de curado/enfriamiento. Es por tanto la razón por la que los objetos hechos de sustancias más termoplásticas pueden fusionarse entre sí cuando una superficie de al menos uno de los objetos se calienta a una temperatura adecuada, permitiendo que las moléculas de ambos lados del área de contacto de fusión se entretrejan y formen después del enfriamiento un objeto fusionado sustancialmente único/continuo. Se aprecia que muchas de las sustancias termoplásticas son polímeros inorgánicos u orgánicos, normalmente categorizados por cadenas moleculares largas. Por tanto, en el contexto de las realizaciones de la presente invención, el término “sustancia termoplástica” también abarca sustancias que pueden unirse entre sí (fusionarse) cuando se calientan a una temperatura adecuada mientras están en contacto, y por tanto pueden enfriarse.

En el contexto de realizaciones de la presente invención, se aprecia que varias sustancias termoplásticas pueden mezclarse entre sí en diversas proporciones para obtener propiedades específicas de la composición resultante. De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la presente invención, la sustancia termoplástica es un polímero o una mezcla de polímeros.

De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la presente invención, la sustancia termoplástica comprende polietileno y en algunas realizaciones, la sustancia termoplástica comprende una o más variedades de polietileno (PE), o consiste en una o más variedades de polietileno.

De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la presente invención, la composición termoplástica que contiene partículas metálicas comprendida por el cuerpo del miembro de acoplamiento de electrofusión se basa en un único o una mezcla de polímeros termoplásticos. En algunas realizaciones, la mezcla de polímeros termoplásticos incluye una o más variedades de polietileno, en algunas realizaciones la mezcla consiste en una o más variedades de polietileno, y en algunas realizaciones el polímero termoplástico es una única variedad de polietileno.

En el contexto de algunas realizaciones, los polímeros son polímeros de grado de acoplamiento/tubería que cumplen con estándares nacionales e internacionales ampliamente aceptados. Cualquier otra sustancia/polímero termoplástico también se contempla.

En algunas realizaciones, la composición termoplástica que contiene partículas metálicas se basa en un único o una mezcla de polietileno de variedad que incluye, sin limitación, polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de densidad baja lineal (LLDPE), polietileno de densidad alta (HDPE), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno reticulado (PEX) y polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE).

La variedad de polietileno de densidad alta (HDPE) termoplástico de grado de acoplamiento/tubería ejemplar incluye, sin limitación, PE 32, PE 40, PE 63, PE 80, PE 100, PE 100 RC, PE 100+, PE 4710 y PE 4710 PLUS, los cuales se usan en la industria de canalización como materiales de tuberías y derivados de EFC.

Se aprecia que en algunas realizaciones, alguna cantidad de polietileno de baja densidad, y particularmente polietileno de densidad baja lineal (LLDPE) se mezcla junto con HDPE. Aparte de la utilidad típica al mezclar variedades de polietileno para obtener propiedades específicas, un motivo para la presencia de LLDPE en HDPE surge a partir del uso de LLDPE como un portador más eficaz para algunos aditivos. En el contexto de realizaciones de la presente invención, LLDPE u otra variedad de PE puede funcionar como un portador para las partículas

metálicas a mezclar en HDPE u otra variedad de PE, en el proceso de fabricación del miembro de acoplamiento de electrofusión presentemente reivindicado.

5 De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones descritas aquí, el polímero termoplástico de la composición termoplástica que contiene partículas metálicas también puede basarse en, o incluir polímeros termoplásticos que se añaden por sus propiedades per se o se añaden como portadores para otros aditivos y/o sustancias. Tales materiales termoplásticos aditivos incluyen, sin limitación, polímeros acrílicos, nailon, polipropileno, cloruro de polivinilo y teflón.

10 En algunas prácticas de fabricación generales, una sustancia termoplástica, también denominada en este documento primera sustancia termoplástica, se usa como un portador para algunos tipos de aditivos, por motivos químicos, mecánicos, de coste y otros. Por ejemplo, un aditivo puede tener una solubilidad superior o capacidad de dispersión en una sustancia termoplástica portadora determinada, en comparación con solubilidad o capacidad de dispersión en otra sustancia termoplástica, también denominada en este documento segunda sustancia termoplástica, que se usa en el proceso de fabricación; en cuyo caso la sustancia termoplástica portadora y la otra sustancia termoplástica pueden encontrarse en cualquier relación de contenido relativa (iguales cantidades de una principal y de otra menor). En otro ejemplo, el aditivo se mezcla en una sustancia termoplástica portadora para formar una composición de reserva concentrada para el aditivo, en cuyo caso la sustancia portadora termoplástica es un componente menor, y la otra sustancia termoplástica es un componente principal en el proceso; sin embargo, en algunos casos donde una sustancia termoplástica se usa como un portador menor de una reserva concentrada, esta puede ser una sustancia termoplástica idéntica con respecto a la sustancia termoplástica principal.

25 En algunas realizaciones de la presente invención, las partículas metálicas se suspenden en una sustancia termoplástica determinada para formar un concentrado, y ese concentrado se mezcla como un componente menor con una cantidad relativamente grande de otra sustancia termoplástica. En esas realizaciones, el componente menor que tiene una alta concentración de partículas metálicas se denomina "suspensión metálica de reserva" y el componente principal se denomina sustancia de "base".

30 Una primera sustancia termoplástica ejemplar, de acuerdo con realizaciones de la presente invención, es LLDPE. Las sustancias termoplásticas que también son adecuadas para funcionar como la primera sustancia termoplástica incluyen homopolímeros que consisten en una  $\alpha$ -olefina con 2-8 átomos de carbono o un copolimerizado de dos o más  $\alpha$ -olefinas correspondientes, tal como copolimerizados de etileno, también un homopolimerizado de polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de densidad muy baja (VLDPE), polietileno de densidad ultra baja (ULDPE) o polietileno de alta densidad (HDPE), propileno, también un homopolimerizado, 1-butileno, 1-pentileno, 1-hexileno, 1-octileno, isobutileno, 2-metil-1-butileno, 3-metil-1-pentileno, 4-metil-1-pentileno, 2,3-dimetil-1-butileno, 2-etil-1-butileno y mezclas de los mismos. Por ejemplo, un copolimerizado de etileno con 1-butileno, 1-hexileno, 1-octileno o 4-metil-1-pentileno; o un copolimerizado de etilenvinilacetato, un copolimerizado de etilvinilacetato (EVA), un copolimerizado de etilenoacetato, un copolimerizado de ácido etilenoacrilico y mezclas de los mismos o con copolímeros de etileno y 1-butileno, 1-hexileno, 1-octileno o 4-metil-1-pentileno; o goma de etileno-propileno (EPDM), también dieno modificado (EP), un copolimerizado de estireno-butadieno-estireno (SBS), un copolimerizado de estireno-etileno-butileno-estireno (SEBS) y mezclas de los mismos. Más ejemplos de primeras sustancias termoplásticas adecuadas pueden encontrarse por ejemplo en la Patente de Estados Unidos n.º 5.496.865.

45 La segunda sustancia termoplástica se usa como el polímero de base, y puede seleccionarse de acuerdo con la aplicación y uso destinado del miembro/EFC. Normalmente, la segunda sustancia termoplástica es uno o más polímeros de la variedad HDPE, como se presentó antes, sin embargo otras sustancias termoplásticas se contemplan. La segunda sustancia termoplástica también se selecciona de manera que pueda mezclarse fácilmente con la suspensión metálica de reserva cuando ambas están en estado fundido.

50 La composición termoplástica que contiene partículas metálicas descrita aquí tiene partículas metálicas, como se ha descrito a continuación, incorporadas en su interior. El término "incorporado" como se usa en este documento, describe composiciones termoplásticas en las que las partículas metálicas se disponen en o sobre la masa de la sustancia termoplástica, y/o se dispersan homogéneamente o heterogéneamente a través de la masa de la sustancia.

55 De acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la presente invención, la composición termoplástica que contiene partículas metálicas descrita en este documento tiene partículas metálicas dispersas homogéneamente en su interior.

60 *Partículas metálicas:*

Al concebir la presente invención, el inventor ha contemplado la incorporación de partículas metálicas, compuestas de uno o más elementos metálicos, incluyendo óxidos de metal, carburos y/o nitruros, y cualquier combinación de todo lo anterior. Más específicamente, el presente inventor ha contemplado utilizar partículas metálicas que exhiben uno o una combinación de los siguientes criterios físicos y/o químicos: conductancia térmica (calor), capacidad térmica específica (capacidad específica de calor), potencia electronegatividad redox, estructura de cristal,

constantes de transición de fase, ferromagnetismo, estado de coordinación, capacidad de complexación y radioactividad. Al experimentar con elementos metálicos adecuados, el presente inventor concibió utilizar partículas metálicas que exhiben una alta conductancia de calor mayor de 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500 y 600 W/(m K), y/o una capacidad térmica específica baja menor que 2, 1,5, 1, 0,75 o 0,5 J/g°K.

El término "partícula metálica", como se usa aquí, se refiere a un objeto sólido pequeño hecho sustancialmente de un elemento metálico. En el contexto de realizaciones de la presente invención, el término "partícula metálica" pretende abarcar partículas metálicas puras (que comprenden sustancialmente un único elemento metálico), partículas de aleación de metal (que comprenden más de un elemento metálico), partículas de óxido de metal o partículas metálicas revestidas con óxido, partículas de carburo metálicas o partículas metálicas revestidas con carburo, partículas de nitruro metálicas o partículas metálicas revestidas con nitruro, y cualquier combinación de especies de partículas (por ejemplo una mezcla de partículas oxidadas y partículas carburizadas) y cualquier combinación de composición química por partícula individual (por ejemplo una combinación de especies de óxido, carburo y nitruro en o sobre una partícula de metal individual/única).

Se aprecia en este documento que las partículas metálicas que se han modificado por una o más modificaciones del grupo de superficie, tal como sol-gel, polímero, u otro revestimiento de compuesto orgánico, siliconización, sulfurización, galvanización y similares, también se han contemplado.

En el contexto de realizaciones de la presente invención, el metal puede ser cualquier metal que pertenezca a uno o más de los grupos que incluyen metales de transición, metales nobles, metales de postransición, metales de base, metales pobres, metales alcali, metales alcalinotérreos, lantánidos, actínidos, metaloides y cuasi metales.

El término "metal de transición" abarca zinc, molibdeno, cadmio, escandio, titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, itrio, circonio, niobio, tecnecio, rutenio, rodio, paladio, plata, hafnio, tántalo, tungsteno, renio, osmio, iridio, platino, oro, mercurio, ruterfordio, dubnio, seaborgio, bohrio, hasio y copernicio.

El término "metal noble" abarca rutenio, rodio, paladio, plata, osmio, iridio, platino, oro, mercurio, renio y cobre.

El término "metal de postransición" abarca aluminio, galio, indio, estaño, talio, plomo, bismuto y polonio.

El término "metal de base" abarca hierro, níquel, plomo, zinc y cobre.

El término "metal pobre" abarca aluminio, galio, indio, talio, estaño, plomo, bismuto, polonio, ununtrio, flerovio, ununpentio y livermorio.

El término "metal alcali" abarca litio, sodio, potasio, rubidio, cesio y francio.

El término "metal alcalinotérreo" abarca berilio, magnesio, calcio, estroncio, bario y radio.

El término "lantánido" abarca lantano, cerio, praseodimio, neodimio, promecio, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutenio.

El término "actínido" abarca actinio, torio, protactinio, uranio, neptunio, plutonio, americio, curio, berkelio, californio, einstenio, fermio, mendelevio, nobelio, lawrencio.

El término "metaloides" abarca boro, silicio, germanio, arsénico, antimonio, telurio, selenio, polonio y astato.

El término "cuasi metal" abarca meitnerio, darmstatio, roentgenio, ununtrio, flerovio, ununpentio y livermorio.

El metal puede seleccionarse de acuerdo con una o una combinación de criterios físicos y/o químicos, como conductancia térmica, capacidad térmica específica, potencial redox, electronegatividad y similares.

Por ejemplo, un metal que se selecciona de acuerdo con conductividad térmica de 200 W/(m K) o superior puede ser plata, cobre, oro, circonio, aluminio o tungsteno; y un metal seleccionado de acuerdo con una capacidad térmica específica a 25 °C menos que 1 J/g°K puede ser aluminio, hierro, níquel, zinc, cobre, plata, estaño, plomo, mercurio u oro.

La pluralidad de partículas metálicas, de acuerdo con alguna de cualquiera de las realizaciones de la presente invención, puede incluir un elemento metálico puro y/o un elemento metálico en una o más formas químicas (aleación metálica, óxido, nitruro, carburo, etc.); el tamaño de las partículas puede caracterizarse por una distribución de tamaño modal estrecha, amplia, bimodal o múltiple; y la forma de las partículas puede adoptar una o más formas.

De acuerdo con algunas realizaciones, el metal es aluminio. En tal realización ejemplar, las partículas de aluminio pueden comprender partículas de aluminio puras, partículas de aleación de aluminio de metal, partículas de aluminio

5 revestidas con óxido, partículas de aluminio revestidas con carburo de aluminio ( $Al_4C_3$ ), partículas de aluminio revestidas con nitruro de aluminio (AlN), y cualquier combinación de especies de partículas (por ejemplo, una mezcla de partículas aleadas metálicas, oxidadas, nitrurizadas, y/o carburizadas) y cualquier combinación de composición química por partícula individual (por ejemplo, una combinación de una o más especies de metales de aleación, 5 óxidos, carburos y nitruros en o sobre una partícula de aluminio individual/única). El óxido de aluminio (III),  $Al_2O_3$  o alúmina, normalmente denominado óxido de aluminio, es un óxido que ocurre naturalmente que se forma en la superficie de aluminio cuando este último se expone al oxígeno presente en la atmósfera ambiental o en soluciones. En el contexto de realizaciones de la presente invención, las partículas de aluminio pueden revestirse con este óxido que ocurre naturalmente, y puede además caracterizarse por algunas cantidades de otras formas de oxígeno de 10 aluminio, tal como óxido de aluminio (I) ( $Al_2O$ ) y óxido de aluminio (II) (monóxido de aluminio, AlO).

15 De acuerdo con algunas realizaciones, las partículas se fabrican de un elemento metálico sustancialmente puro, concretamente los contenidos de metal de las partículas, excluyendo formas de óxidos, carburos y nitruros y excluyendo otros metales y otras impurezas, es al menos 95 %, 98 % o 99 % de un elemento metálico. Se aprecia que el revestimiento de óxido metálico en un elemento metálico puro puede ser prácticamente inevitable en condiciones ambientales.

20 De acuerdo con algunas realizaciones, las partículas metálicas se fabrican sustancialmente de un elemento metálico que contiene algunas cantidades de las formas de óxido, carburo y/o nitruro del mismo, bien en la superficie de las partículas o incorporado en su interior. Tales partículas metálicas pueden comprender 75 %, 80 %, 85 %, 90 % o 95 % de un elemento metálico en un nivel de valencia de cero, y el equilibrio realizado de una o más de las formas de óxido, carburo y/o nitruro del mismo.

25 De acuerdo con algunas realizaciones, las partículas se realizan de una aleación metálica, por ejemplo una aleación realizada sustancialmente de un elemento metálico en un contenido de al menos 50 %, 55 %, 60 %, 65 %, 70 %, 75 %, 80 %, 85 %, 90 %, 95 %, 98 %, 99 % o 99,9 % en peso y/u óxidos, carburos y nitruros del mismo, y el equilibrio realizado de uno o más de otros elementos metálicos.

30 De acuerdo con algunas realizaciones, las partículas se hacen de una aleación de aluminio metálico, por ejemplo una aleación fabricada sustancialmente de aluminio en un contenido de al menos 50 %, 55 %, 60 %, 65 %, 70 %, 75 %, 80 %, 85 %, 90 %, 95 %, 98 %, 99 % o 99,9 % en peso de aluminio, y/u óxidos, carburos y nitruros del mismo, y el equilibrio realizado de uno o más elementos metálicos, tal como pero sin limitarse a Li, Si, Fe, Cu, Mn, Mg, Cr, Zn, V, Ti, Bi, Ga, Pb y/o Zr, y/u óxidos, carburos y nitruros del mismo.

35 Se aprecia en este caso que las partículas metálicas que se han modificado mediante una o más modificaciones del grupo de superficie, tal como sol-gel, polímero u otro revestimiento de compuesto orgánico, siliconización, sulfurización, galvanización y similares, también se contemplan.

40 La pluralidad de partículas metálicas puede tener un diámetro promedio de menos de 100 micras. De acuerdo con algunas realizaciones, el diámetro promedio de las partículas metálicas varía de 5 micras a 100 micras. En algunas realizaciones, el diámetro de partícula promedio es 5 micras, 10 micras, 15 micras, 20 micras, 25 micras, 30 micras, 35 micras, 40 micras, 45 micras, 50 micras, 55 micras, 60 micras, 65 micras, 70 micras, 75 micras, 80 micras, 85 micras, 90 micras, 95 micras o 100 micras, y cualquier combinación de cualquiera de estos grupos de distribución de tamaño promedio en cualquier relación respectiva (por ejemplo, una combinación de partículas de 40 micras y 70 45 micras a una relación de 60:40 respectivamente). En algunas realizaciones, el diámetro promedio de partícula es aproximadamente 50 micras. En algunas realizaciones, el diámetro promedio de partícula es menos de 60 micras, menos de 50 micras, menos de 40 micras, menos de 30 micras, menos de 20 micras o menos de 10 micras.

50 El contenido o concentración de las partículas metálicas en la sustancia termoplástica es al menos 1, 3, 5, 7 o al menos 10 por ciento en peso del peso total de la sustancia termoplástica, y cualquier valor entre los valores mencionados. De acuerdo con algunas realizaciones, la concentración de las partículas metálicas varía de 1 por ciento en peso a 30 por ciento en peso del peso total de la sustancia termoplástica, o desde 3 a 30, de 5 a 30, o de 10 a 30 por ciento en peso del peso total de la sustancia termoplástica. En algunas realizaciones, la concentración es aproximadamente 10 por ciento en peso del peso total de la sustancia termoplástica. En algunas realizaciones, la 55 concentración de las partículas de aluminio es menor del 30 por ciento en peso del peso total de la sustancia termoplástica, menos del 25 por ciento en peso, menos del 20 por ciento en peso, menos de 15 por ciento en peso, menos del 10 por ciento en peso o menos del 5 por ciento en peso.

60 Se aprecia en este caso que cualquier combinación de cualquier sustancia termoplástica, y cualquier partícula metálica, como se describe en este caso, se abarca en este caso como se comprende por el cuerpo del miembro EFC descrito en este documento.

*Partículas basadas en carbono:*

De acuerdo con algunas realizaciones, las partículas metálicas que se incorporan en la composición termoplástica como se describe en una cualquiera de las realizaciones en este documento, comprenden además partículas basadas en carbono.

El término “basado en carbono”, como se usa en este documento, se refiere a materiales y sustancias que se componen esencialmente de carbono en una o más formas. Tales sustancias incluyen, sin limitación, fulerenos basados en carbono que incluyen fulerenos de capa única y/o multicapa, individuales y/o agrupados, esféricos, tubulares y elípticos, partículas de negro de carbón, partículas de carbón activado, fibras de carbono, nanotubos de carbono, nanofibras de carbono, partículas de grafito y partículas de grafeno. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, las partículas basadas en carbono se basan sustancialmente en fulerenos basados en carbono que incluyen fulerenos agrupados y/o individuales, de monocapa y/o multicapa, fulerenos esféricos, tubulares y elípticos, nanotubos de carbono, partículas de grafito y partículas de grafeno, todos ellos hasta 100 micras en diámetro, y fibras cortas de carbono y nanofibras de hasta 100 micras de longitud.

Se aprecia en este caso que las partículas basadas en carbono pueden usarse junto con partículas metálicas, mientras se mantienen todos los demás parámetros del producto y su proceso de fabricación esencialmente similares a aquellos que pertenecen al uso de las partículas metálicas.

*Composición termoplástica que contiene partículas metálicas ejemplares:*

De acuerdo con algunas realizaciones, el miembro de acoplamiento de electrofusión presentado en este caso comprende una composición termoplástica que contiene de partículas metálicas que incluye:

- una mezcla de LLDPE y HDPE en una relación que varía desde 0:100 a 40:60;
- una pluralidad de partículas metálicas que tienen un tamaño promedio de aproximadamente 50 micras y una concentración que varía de 5 a 20 por ciento en peso del peso total de la composición termoplástica.

De acuerdo con algunas realizaciones, la composición termoplástica que contiene partículas metálicas se compone de un polímero termoplástico con una relación de 10:90 de LLDPE con HDPE y aproximadamente 3 por ciento en peso de partículas metálicas con un tamaño promedio de aproximadamente 50 micras. Como alternativa, el polímero termoplástico tiene una relación de 20:80 de LLDPE con HDPE y aproximadamente 6 por ciento en peso de partículas metálicas con un tamaño promedio de aproximadamente 50 micras, y además como alternativa el polímero termoplástico tiene una relación de 30:70 de LLDPE con HDPE y aproximadamente 9 por ciento en peso de partículas metálicas con un tamaño promedio de aproximadamente 50 micras.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, las partículas metálicas son esencialmente partículas de aluminio como se define en este documento.

*Elemento de calentamiento:*

El elemento de calentamiento de resistencia eléctrica es normalmente un alambre lineal monolítico, un alambre enrollado, un alambre con filamentos retorcidos, hecho de kanthal (una aleación de hierro-cromo-aluminio (FeCrAl)), nicromo (una aleación de níquel, cromo y a menudo hierro), cuproníquel (una aleación de cobre que contiene níquel y elementos de refuerzo, tal como hierro y manganeso) u otros metales o aleaciones metálicas.

El elemento de calentamiento de resistencia eléctrica es un alambre enrollado de manera helicoidal o en espiral que es una sustancia termoplástica integrada del cuerpo mediante sobremoldeo, concretamente manteniendo el elemento de calentamiento en su configuración predeterminada y después inyectando o de otra manera cubriendo el elemento de calentamiento con la composición termoplástica que contiene partículas metálicas presentada en este documento. El elemento de calentamiento también puede incrustarse dentro del cuerpo premoldeado del miembro mediante “roturación” en el elemento de calentamiento, o aplastando el elemento de calentamiento sobre guías o hendiduras premoldeadas en el cuerpo. Otros métodos de integración del elemento de calentamiento en el cuerpo del miembro de acoplamiento de electrofusión proporcionado en este caso se contemplan también.

El elemento de calentamiento puede disponerse adyacente a una cara del cuerpo, o disponerse adyacente a ambas caras del cuerpo, dependiendo del uso pretendido del miembro, como se analiza a continuación.

*Características estructurales del cuerpo:*

El miembro de acoplamiento de electrofusión funciona como el depósito de la composición termoplástica que contiene partículas metálicas presentada en este documento así como un soporte para el elemento de calentamiento. El cuerpo puede diseñarse para alojar un elemento de calentamiento en un lado o en dos lados del mismo.

El cuerpo del miembro de EFC presentado en este documento puede exhibir cualquier característica estructural tal como hendiduras (tal como para recibir el elemento de calentamiento), proyecciones, protuberancias, salientes, bultos, rebajes, protrusiones, resaltes, nodos, partes salientes, partes colgantes, depresiones, abolladuras, hoyuelos, mortajas, muescas, rendijas, orificios, ataduras, roscas de tornillo, tornillos sin fin, nervaduras, espigas, tiras, deslizamientos, colas de milano, clavijas, depresiones y similares.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el miembro de acoplamiento de electrofusión está generalmente moldeado como un cilindro, un disco, un conector hembra, un manguito, un anillo plano, una junta tórica, anillo en X, anillo en Q, una junta, una junta de reborde, una lámina, una malla o un asiento.

La Figura 1A presenta una ilustración isométrica de un miembro de acoplamiento de electrofusión ejemplar, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, representado por un miembro de acoplamiento de electrofusión 10 moldeado como una malla o un disco, que muestra un cuerpo 12, hecho de una composición termoplástica que contiene partículas metálicas 16 y con una superficie de contacto 13a y 13b (no se muestra) y un elemento de calentamiento 14 que pasa a través del orificio 18 y tiene medios terminales 15, dispuestos en el cuerpo 12 que se incrustan en una vía en espiral formada en las superficies 13a y 13b.

La Figura 1B presenta una sección transversal longitudinal del miembro de acoplamiento de electrofusión 10 ejemplar presentado en la Figura 1A, en el que el elemento de calentamiento 14 pasa a través del orificio 18 para incrustarse en ambas superficies 13a y 13b, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

El término "superficie de contacto" como se usa en este documento se refiere a un área en la superficie del cuerpo de un miembro de acoplamiento de electrofusión, que entra en contacto con el objeto al que se va a unir, y se funde durante la soldadura para fusionarse con una superficie de articulación del objeto al que se va a unir.

Como se usa en este documento, el término "superficie de articulación" se refiere a un área en la superficie de un objeto que entra en contacto con el EFC. Esta superficie de articulación es la parte del objeto que se funde y que se suelda al miembro de acoplamiento de electrofusión del EFC. Es la superficie de articulación la que debe pretratarse cuando se usan EFC contemporáneos.

En general, la superficie de contacto y la superficie de articulación constituyen un par de superficies coincidentes, en el que la topografía de una superficie coincide con la topografía de la otra parte contraria, esencialmente encajando entre sí para contactar sustancialmente a través de toda o al menos algo del área de coincidencia.

De acuerdo con algunas realizaciones, el miembro de acoplamiento de electrofusión puede usarse como un dispositivo acoplador de electrofusión *per se*, concretamente puede soldarse a al menos un objeto termoplástico, o puede colocarse entre dos objetos termoplásticos de unión para fusionar por tanto los dos objetos entre sí.

En el contexto de algunas realizaciones de la presente invención, el miembro de acoplamiento de electrofusión forma parte de un EFC, que tiene otras características estructurales y funcionales, mientras que una cara del miembro es una superficie de contacto con respecto al EFC, y la otra cara es una superficie de contacto con respecto al objeto al que se va a unir.

#### *Dispositivo acoplador de electrofusión:*

En otro aspecto de realizaciones de la presente invención, el miembro de acoplamiento de electrofusión forma parte de un dispositivo acoplador de electrofusión. El cuerpo principal del dispositivo EFC se realiza de una sustancia termoplástica, que no es necesariamente idéntica en composición a la composición termoplástica que conforma el miembro proporcionado en este documento, pero de manera que las dos sustancias pueden fusionarse entre sí. Además, se proporciona un dispositivo acoplador de electrofusión que incluye el miembro de acoplamiento de electrofusión proporcionado en este documento.

El dispositivo acoplador de electrofusión puede, sin limitación, ser un accesorio de tubería, un adaptador, un reborde, una abrazadera de reborde, una malla, un conector hembra, un manguito, un asiento, un asiento de ramificación, una unión de ramificación, un asiento de transición, un asiento de cloaca, un medio acoplamiento, una limitación flexible, una T de roscado, una funda, un recodo fijo, un recodo ajustable, una trampa, un divisor, un colector, un reductor, un reductor excéntrico, una boquilla, un tapón terminal, una espiga, y/o una válvula.

En todos los dispositivos EFC antes mencionados, uno o más de los miembros EF presentados en este documento constituyen al menos una superficie de contacto del dispositivo, concretamente la cara del miembro con el que entra en contacto el otro objeto al que se va a unir, es la superficie que finalmente se fusiona con este. La Figura 2 presenta una ilustración de un dispositivo EFC ejemplar en la forma de una T de roscado.

La fusión del miembro proporcionado en este documento con el cuerpo principal del dispositivo EFC puede tener lugar durante el proceso de fabricación del dispositivo (por ejemplo, en el sobremoldeo o en un proceso de multiinyección), o durante el proceso de acoplamiento EF en el que la tubería, el miembro de acoplamiento EF y el

dispositivo EFC se fusionan entre sí *in situ*. En este último caso, antes del proceso de electrofusión, el miembro de acoplamiento EF proporcionado en este caso puede unirse al cuerpo del dispositivo EFC mediante un medio reversible/removible o mecánico fijo (tornillos, clips, ataduras removibles, presionado en un rebaje y similares) o proporcionarse por separado de este.

5 La Figura 2 presenta una ilustración en perspectiva de una vista desde abajo de una T de roscado EFC, de acuerdo con realizaciones de la presente invención, que muestra el miembro de acoplamiento de electrofusión 10 ejemplar de las Figuras 1A-B moldeado como un asiento (un disco doblado), en el que el cuerpo 12, fabricado de la composición termoplástica que contiene partículas metálicas 16, tiene una superficie de contacto 13a que coincide con la superficie de unión 17, que es un rebaje en la parte inferior de la T de roscado 20, y la superficie de contacto 13b para soldar la T de roscado sobre una tubería (no se muestra), que se realiza activando el elemento de calentamiento 14, por medio de medios terminales 15, que pasan a través de las aberturas 19.

15 Tal como puede verse en la Figura 2, la T de roscado EFC ejemplar es una realización en la que el miembro de acoplamiento de electrofusión moldeado como un asiento separado puede sujetarse en un rebaje moldeado en el asiento inferior del EFC. El miembro de acoplamiento de electrofusión tiene una rendija que coincide con la perforación axial del cuerpo de la T de roscado. En tal realización, el miembro de acoplamiento de electrofusión tiene un elemento de calentamiento dispuesto en ambos lados del disco, por lo que el elemento se fusiona simultáneamente tanto con el asiento inferior de la T de roscado como con la línea de tubería durante el proceso de electrofusión.

*Un método de soldadura de dos objetos termoplásticos:*

25 El miembro de acoplamiento EF presentado en este documento, bien *per se* o como parte de un dispositivo EFC puede usarse para soldar al menos dos objetos termoplásticos, como dos tuberías.

De acuerdo con un aspecto de realizaciones de la presente invención, se proporciona un método de soldadura de al menos dos tuberías termoplásticas, que utiliza un miembro de acoplamiento EF como se ha descrito aquí, en una cualquiera de las realizaciones del mismo.

30 El método puede ejecutarse usando un miembro de acoplamiento EF ejemplar como se ha descrito aquí, que se forma de una forma de un adaptador de tubería de acoplador de electrofusión que tiene dos aberturas, o se usa dentro de un adaptador de tubería de acoplador de electrofusión que tiene el miembro de acoplamiento EF dispuesto en su conector hembra interior, que funciona como una superficie de contacto del mismo, y con dos aberturas. El acoplador de electrofusión comprende además un elemento de resistencia de calentamiento eléctrico y medios para conectar el elemento de resistencia de calentamiento eléctrico a una fuente de potencia.

40 El método comprende insertar el extremo de cada una de las tuberías en cada una de las aberturas del adaptador de tubería;  
conectar los medios de terminal a la fuente de potencia eléctrica;  
aplicar una corriente predeterminada a través del elemento de calentamiento de resistencia eléctrica durante un período de tiempo predeterminado para fundir por tanto la sustancia termoplástica; y  
permitir que la sustancia termoplástica se enfríe y solidifique para soldar por tanto las dos tuberías en una tubería continua.

45 La etapa del método presentada en este documento, que incluye insertar dos extremos de tubería en un adaptador de tubería de acoplador de electrofusión que tiene el miembro presentado en este documento que funciona como su superficie de contacto interior, se ilustra en la Figura 3.

50 La Figura 3 presenta una sección longitudinal a través de la junta de dos extremos de tubería usando un adaptador de tubería EFC ejemplar o accesorio de tubería, de acuerdo con realizaciones de la presente invención, que muestra un miembro de acoplamiento de electrofusión con forma de manguito 31, fabricado de una composición termoplástica que contiene partículas metálicas 16, que forma una parte del adaptador de tubería EFC 30.

55 Tal como puede verse en la Figura 3, con el fin de unir los extremos de las dos tuberías termoplásticas 33 y 34, se hace uso de un adaptador de tubería EFC 30, que comprende el miembro de acoplamiento de electrofusión con forma de manguito 31, que se fabrica de la composición termoplástica que contiene partículas metálicas 16, que tiene el elemento de calentamiento 35 incrustado en el miembro 31 y dos terminales 36 y 37. El elemento de calentamiento 35 se enrolla alrededor y se dispone adyacente a la superficie de contacto 38 del cuerpo 12, que se alinea con la pared de extensión interior 39 del adaptador EFC 30 y forma el área de soldadura entre los extremos de líneas de tubería 33 y 34 y la pared interior del adaptador EFC 30.

60 La siguiente etapa de soldadura de las tuberías incluye activar el elemento de calentamiento con una corriente eléctrica predeterminada durante un período de tiempo predeterminado. Una vez que ha pasado el tiempo, las tuberías de articulación y el EFC pueden enfriarse y el termoplástico fundido puede solidificarse, formando así una tubería continua.

Se aprecia que el método presentado en este caso puede llevarse a cabo para todos los tipos de dispositivos EFC con una variedad de objetos termoplásticos, de manera similar a un proceso de soldadura de electrofusión conocido usado hasta ahora.

5 De acuerdo con algunas realizaciones del método, la superficie de articulación en el extremo de cada una de las tuberías se limpia antes de la inserción en el adaptador de tubería de acoplador de electrofusión.

Se aprecia que el miembro de acoplamiento EF presentado en este documento también es eficaz en casos donde la superficie de articulación del objeto solo se pretrata parcialmente para el proceso, concretamente el efecto de las partículas metálicas dispersas en el cuerpo del miembro de acoplamiento EF, de acuerdo con realizaciones de la presente invención, permite que el método tenga como resultado una soldadura satisfactoria incluso si la superficie de articulación de los objetos termoplásticos no se raspa óptimamente para retirar la capa exterior del material.

15 *Un proceso de fabricación:*

El proceso de fabricación del miembro de acoplamiento de electrofusión presentado en este documento y/o un dispositivo EFC que comprende el mismo puede realizarse siguiendo metodologías y tecnologías de producción de artículos plásticos conocidas, incluyendo preparación del material plástico en bruto, preparación del molde y tecnologías de inyección de plástico.

20 De acuerdo con un aspecto de algunas realizaciones de la presente invención se proporciona un proceso de fabricación de un miembro de acoplamiento de electrofusión presentado en este documento, que comprende:

mezclar las pellas de una primera sustancia termoplástica con una pluralidad de partículas metálicas dispersas en su interior (también denominada en este documento sustancia de "suspensión metálica de reserva") con pellas de una sustancia segunda termoplástica (también denominada en este documento sustancia "de base") para formar así una composición termoplástica que contiene partículas metálicas; y fundir e inyectar (moldear) la resultante composición termoplástica que contiene partículas metálicas en un molde.

30 La primera sustancia termoplástica, que constituye la masa de la suspensión metálica de reserva, puede seleccionarse de manera que es más adecuada para dispersar las partículas metálicas en un estado fundido. En el contexto de realizaciones de la presente invención, el material en bruto que comprende las primeras sustancias termoplásticas que tienen las partículas metálicas dispersas en el interior se prepara mezclando pellas de la primera sustancia con partículas metálicas y fundiendo las pellas mientras se agitan. El presente inventor ha demostrado que el LLDPE fundido puede funcionar como un portador adecuado para las partículas metálicas en el proceso de fabricación del miembro de acoplamiento de electrofusión, sin embargo otras sustancias termoplásticas se contemplan.

40 Normalmente, como se ha presentado antes, la segunda sustancia termoplástica es uno o más polímeros de la variedad HDPE. En este caso, la composición termoplástica que contiene partículas metálicas comprende al menos la primera sustancia termoplástica, la segunda sustancia termoplástica y las partículas metálicas incorporadas en su interior.

45 En un proceso de fabricación ejemplar, el cuerpo del miembro de acoplamiento de electrofusión proporcionado en este documento se forma inyectando la composición termoplástica que contiene partículas metálicas en un molde con unas características estructurales diseñadas especialmente para alojar un elemento de calentamiento en hendiduras, liberando la composición enfriada del molde, y colocando después el elemento de calentamiento en las hendiduras preformadas en el cuerpo del miembro. En tal proceso el cuerpo del miembro se forma en un proceso de inyección separado, y el elemento de calentamiento se mantiene en su lugar metiéndose a la fuerza en las hendiduras mediante "roturación" o por aplastamiento.

50 En otro proceso de fabricación ejemplar, el elemento de calentamiento se coloca en posiciones específicamente diseñadas en el molde antes de la etapa de inyección, y la composición termoplástica que contiene partículas metálicas fundidas se inyecta sobre el elemento de calentamiento para formar por tanto el miembro presentado en este documento. Una vez que el miembro se ha enfriado y solidificado, puede postprocesarse para introducir características estructurales adicionales en su interior, y/o remodelarse en varias formas.

60 En estos dos procesos ejemplares, el miembro de acoplamiento de electrofusión se forma bien como parte de un dispositivo EFC o como un dispositivo EFC por sí mismo, que se realiza en su totalidad de la composición termoplástica que contiene partículas metálicas presentada en este documento.

65 En el caso de usar el miembro como parte de un dispositivo EFC, el miembro de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se fabrica como se presenta en este documento, y después se une al cuerpo de un dispositivo EFC bien por sobreinyección o por otro medio mecánico.

Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto de realizaciones de la presente invención, se proporciona un proceso de fabricación de un dispositivo EFC, que se lleva a cabo colocando el miembro presentado en este documento en un molde, e inyectando la primera sustancia termoplástica, como se ha presentado antes, en el molde de manera que el miembro forma una superficie de contacto del dispositivo.

5 Se espera que durante la vida de una patente que madura desde esta solicitud muchas composiciones termoplásticas que contienen partículas metálicas relevantes se desarrollarán, y el alcance del término composición termoplástica que contiene partículas metálicas pretende incluir todas esas nuevas tecnologías a priori.

10 Tal como se usa en este documento el término "aproximadamente" se refiere a  $\pm 10\%$ .

Los términos "comprende", "que comprende", "incluye", "que incluye", "que tiene" y sus conjugados significan "incluyendo pero sin limitarse a".

15 El término "que consiste en" significa "incluyendo y limitado a".

El término "que consiste esencialmente en" significa que la composición, método o estructura puede incluir adicional ingredientes, etapas y/o partes adicionales, pero solo si los ingredientes, etapas y/o partes adicionales no alteran materialmente las características básicas y nuevas de la composición, método o estructura reivindicada.

20 Tal como se usa en este documento, las formas singulares "un", "una" y "el" incluyen referencias plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Por ejemplo, el término "un compuesto" o "al menos un compuesto" puede incluir una pluralidad de compuestos, incluyendo mezclas de los mismos.

25 A través de esta solicitud, diversas realizaciones de la invención pueden presentarse en un formato de intervalo. Se entenderá que la descripción en formato de intervalo es únicamente por conveniencia y brevedad y no debería interpretarse como una limitación inflexible del alcance de la invención. Por consiguiente, la descripción de un intervalo debería considerarse como que ha divulgado específicamente todos los posibles subintervalos así como valores numéricos individuales dentro de ese intervalo. Por ejemplo, la descripción de un intervalo como desde 1 a 6

30 debería considerarse como habiendo divulgado específicamente subintervalos como dese 1 a 3, de 1 a 4, de 1 a 5, de 2 a 4, de 2 a 6, de 3 a 6, etc., así como números individuales dentro de ese intervalo, por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Esto se aplica independientemente de la amplitud del intervalo.

35 Siempre que un intervalo numérico se indique en este documento, este pretende incluir cualquier número mencionado (fraccionario o integral) dentro de ese intervalo indicado. Las frases "variando/que varía entre" un primer número indicado y un segundo número indicado y "que varía/variando entre" un primer número indicado "a" un segundo número indicado se usan de manera intercambiable y pretenden incluir el primer y segundo número indicado y todos los números integrales y fraccionarios entre medias.

40 Tal como se usa en este documento el término "método" se refiere a maneras, medios, técnicas y procedimientos para lograr una tarea determinada incluyendo, pero sin limitarse a, esas maneras, medios, técnicas y procedimientos conocidos para, o desarrollados fácilmente a partir de esas maneras, medios, técnicas y procedimientos conocidos por practicantes de la técnica química, farmacológica, biológica, bioquímica y médica.

45 Se aprecia que algunas características de la invención, que por claridad se describen en el contexto de realizaciones separadas, también pueden proporcionarse en combinación en una única realización. Al contrario, varias características de la invención, que por brevedad se describen en el contexto de una única realización, también pueden proporcionarse por separado o en cualquier subcombinación adecuada o como sea adecuado en cualquier otra realización descrita de la invención. Algunas características descritas en el contexto de varias realizaciones no se consideran características esenciales de esas realizaciones, a menos que la realización sea inoperativa sin esos

50 elementos.

Diversas realizaciones y aspectos de la presente invención como se mencionan antes en el documento y se reivindica en la sección de reivindicaciones a continuación encuentran soporte experimental en los siguientes

55 ejemplos.

### Ejemplos

60 Ahora se hace referencia a los siguientes ejemplos, que junto con las descripciones anteriores ilustran algunas realizaciones de la invención de manera no limitativa.

*Materiales y métodos*

*Composición termoplástica que contiene partículas metálicas:*

5 Para una sustancia termoplástica, el polietileno de alta densidad (HDPE) puede obtenerse a partir de cualquier fabricante comercial, tal como Ineos Inc., Suiza, que puede proporcionar por ejemplo TUB 121 HDPE; que contiene 2,3 % de negro de carbón. Tal sustancia se denomina en este documento sustancia "de base".

10 Para una suspensión termoplástica de partículas metálicas, una matriz de suspensión de partículas ejemplar tal como polietileno de densidad baja lineal (LLDPE), que contiene una concentración relativamente alta de partículas (por ejemplo aproximadamente 30 % de partículas metálicas) con un tamaño especificado (por ejemplo aproximadamente tamaño promedio de 54 micras) dispersas en su interior, puede obtenerse a partir de varios fabricantes comerciales o fabricarse de acuerdo con procedimientos bien conocidos para el experto en la materia. Tal sustancia se denomina en este documento sustancia de "suspensión metálica de reserva".

15 El alambre del elemento de calentamiento (0,4 mm de diámetro; 52 % de níquel y 48 % aleación de hierro) puede obtenerse a partir de cualquier fabricante comercial, tal como IMI Scott Limited, Reino Unido.

*Material de tubería:*

20 Las tuberías y asientos para ensayos de soldadura pueden fabricarse de PE 100, destinado para aplicaciones de canalización de alta demanda (tal como las realizadas por Plasson Ltd., Israel).

*Procedimiento de ensayo de integridad de soldadura:*

25 Los resultados del procedimiento de soldadura usando un dispositivo EFC que comprende el miembro de acoplamiento EF de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, pueden evaluarse siguiendo los estándares aceptables ampliamente de la industria (por ejemplo ISO 13956: 2010 "Plastics pipes and fittings - Decohesion test of polyethylene (PE) saddle fusion joints - Evaluation of ductility of fusion joint interface by peel test").

30 Por ejemplo, una tubería y un asiento de roscado se fusionan de acuerdo con las condiciones proporcionadas en la ISO 11413 para electrofusión de objetos de canalización PE (descrito a continuación), y después de 24 horas las muestras fusionadas se colocan en una disposición de equipo de ensayo de peladura (tal como por ejemplo, Testometric Model FS100CT, LABOR machine s.r.o., de República Checa). El equipo de ensayo se opera de manera que el asiento se separa de la tubería a una velocidad de aproximadamente 100 ± 10 mm/min. La pieza de ensayo se inspecciona visualmente y la ubicación de la ruptura en la tubería y/o el asiento entre los alambres o la interfaz de fusión se registra en términos del tipo de ruptura y si una superficie de fractura frágil se observó. Específicamente, la longitud de fractura frágil máxima en la dirección radial de la zona de fusión, y la longitud general de la zona de fusión en la misma ubicación se registran y miden, y la descohesión porcentual (porcentaje de ductilidad) se calcula como se describe en la ISO 13956:2010.

*Producción de acoplador de electrofusión:*

45 Con el fin de ensayar los parámetros de soldadura obtenidos por la composición termoplástica que contiene partículas metálicas proporcionada en este documento, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, una serie de mallas EF generalmente redondas y dobladas se diseñan y preparan por inyección de una serie de composiciones termoplásticas que contienen partículas de aluminio. Estas mallas se incorporan posteriormente en un asiento de tubería PE 100 durante el proceso de inyección de plástico. Las mallas EF se moldean entre otras para presentar nervaduras radiales y hendiduras en espiral para alojar un alambre de elemento de calentamiento.

50 Cada malla EF está equipada con aproximadamente 3 metros de un alambre de elemento de calentamiento, que se enrolla en las hendiduras en espiral, y la malla se coloca en el molde de inyección de un dispositivo de asiento de roscado EFC estándar (tal como por ejemplo, Plasson LTD. 's n.º de Producto 496300160032), que se realiza de PE100 de acuerdo con los estándares (ISO 4427, ISO 8085, EN 1555, EN 12201, AS/NZS 4129, AFNOR NF 136), y presenta un diámetro nominal de cañería de 160 mm y un diámetro nominal de salida de 32 mm.

*Ejemplo 1*

60 *Composición termoplástica que contiene partículas de aluminio*

El HDPE se obtuvo de Ineos Inc. (Suiza; TUB 121 HDPE; que contiene 2,3 % de negro de carbón).

65 Para una suspensión termoplástica de partículas de aluminio, el polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) que contiene aproximadamente 30 % de partículas de aluminio (aproximadamente con un tamaño promedio de 54

micras) dispersas en su interior se obtuvo a partir de Tosaf Ltd. (Israel, ME96183). Tal sustancia se denomina en este documento sustancia de "suspensión de aluminio de reserva".

5 El alambre de elemento de aluminio (0,4 mm de diámetro; 52 % de níquel y 48 % aleación de hierro) se obtuvo de IMI Scott Limited, Reino Unido.

Las tuberías y asientos se fabricaron de PE 100, destinados para aplicaciones de canalización de alta demanda (Plasson Ltd., Israel).

10 El procedimiento de ensayo de integridad de soldadura se realizó como se ha descrito antes.

*Producción de acoplador de electrofusión:*

15 El ensayo de los parámetros de soldadura obtenido por la composición termoplástica que contiene partículas de aluminio proporcionada en este documento, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se realizó usando una serie de mallas EF generalmente redondas y dobladas que se diseñaron y prepararon por inyección de una serie de composiciones termoplásticas que contienen partículas de aluminio. Estas mallas se incorporaron posteriormente en un asiento de tubería PE 100 durante el proceso de inyección de plástico. Las mallas EF se moldearon, entre otros para presentar nervaduras radiales y hendiduras en espiral para alojar un alambre de elemento de calentamiento.

20 La Tabla 1 presenta las composiciones termoplásticas que contienen partículas de aluminio, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, que contienen una base y diferentes cantidades de suspensión de aluminio de reserva, que se inyectó en un molde para una malla EF en cada muestra.

25

*Tabla 1*

<i>n.º de muestra</i>	<i>Contenido de base (%)</i>	<i>Contenido de suspensión de aluminio de reserva (%)</i>	<i>Contenido de partículas de aluminio (%)</i>
0 (control)	100	0	0
1	95	5	1,5
2	90	10	3
3	80	20	6
4	70	30	9

30 Cada malla EF se equipó con aproximadamente 3 metros de alambre de elemento de calentamiento, que se enrolló en las hendiduras en espiral, y la malla se colocó en el molde de inyección de un dispositivo de asiento de roscado EFC estándar (Plasson LTD.'s n.º de Producto 496300160032), que se realizó de PE100 de acuerdo con los estándares (ISO 4427, ISO 8085, EN 1555, EN 12201, AS/NZS 4129, AFNOR NF 136), y presenta un diámetro nominal de cañería de 160 mm y un diámetro nominal de salida de 32 mm.

*Resultados de ensayo de integridad de soldadura:*

35 Los asientos de roscado (160 mm/32 mm), que comprenden un miembro de acoplamiento EF preparado usando una composición termoplástica que contiene partículas de aluminio, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se soldaron sobre una tubería SDR11/PE100 de acuerdo con el siguiente procedimiento:

40 la superficie de articulación de la tubería se limpió usando agua (se aprecia que todas las muestras de tubería no se rasparon antes de la soldadura, y la capa exterior de las tuberías no se retiró del área de la superficie de articulación).

45 El asiento de roscado se aseguró sobre la tubería usando su abrazadera integrada, y el elemento de calentamiento del mismo se conectó a un controlador de soldadura electrónico (Monomatic de Plasson USB Cat. n.º 29143.0202.000).

El controlador se estableció a 40 voltios y la corriente se aplicó a través del elemento de calentamiento del miembro de acoplamiento EF durante 220 segundos; y

50 El controlador de soldadura se desconectó después y la muestra se permitió enfriar durante 10 minutos.

Después, el asiento soldado y la tubería se sometieron al procedimiento de ensayo de integridad de soldadura descrito anteriormente, y los resultados se presentan a continuación.

55

Tabla 2

n.º de muestra	Contenido de partículas de aluminio (%)	Ductilidad (%)
0 (control)	0	0
1	1,5	50
2	3	100
3	6	100
4	9	100

5 Como puede verse en la Tabla 2, la electrofusión se ejecutó exitosamente usando un dispositivo de asiento de roscado EFC, en el que el miembro de acoplamiento EF del mismo se preparó usando la composición termoplástica que contiene partículas de aluminio, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, que contiene al menos 3 % en peso de partículas de aluminio, incluso en muestras de tuberías en las que su superficie de articulación no se raspó antes de la soldadura.

10 Ejemplo 2

Una serie de miembros de acoplamiento de electrofusión con forma de manguito con base de PE100 para accesorios de tubería o adaptadores de tubería EFC con perforación de 90 mm, de forma similar y función al acoplador mostrado en la Figura 3, se preparó por extrusión esencialmente como se ha descrito antes para permitir un miembro de acoplamiento con un 6 % en peso de partículas de aluminio en dos tamaños de partícula promedios, 54 micras (Muestra 5) y 13 micras (Muestra 6), ambos de PE100. Las composiciones de muestra se enumeran en la Tabla 3 a continuación.

Tabla 3

n.º de muestra	Tamaño de partícula promedio	Cantidad de partículas (% en peso en PE100)
5	54 micras	6
6	13 micras	6

20 El EFC se ensayó mediante un ensayo de peladura esencialmente como se ha descrito antes y los resultados se presentan en la Figura 4.

25 La Figura 4 es una fotografía que muestra cuatro dispositivos de adaptador de tubería EFC preparados con el miembro de acoplamiento de electrofusión de la Muestra 5, fusionado sobre tuberías PE00, pelados y longitudinalmente seccionados en cuartos.

30 Como puede verse en la Figura 4, los dispositivos adaptadores de tubería EFC, preparados con el miembro EF de la Muestra 5, exhibieron unos resultados de electrofusión de alto rendimiento muy por encima (más de) el estándar mínimo de al menos 2/3 de la superficie de contacto del dispositivo con las tuberías. Los dispositivos adaptadores de tubería EFC preparados con el miembro EF de la Muestra 6 mostraron resultados similares (no se muestran).

35 Los dispositivos de adaptador de tubería EFC de diámetro interior de 90 mm con un miembro EF preparado con 6 % de partículas de aluminio con un diámetro promedio de 13 o 54 micras, se equilibraron antes de fusionarse en dos temperaturas y se fusionaron en dos ajustes de tensión, y después se ensayaron por integridad y mantenimiento hidráulico de dos extremos de tubería bajo condiciones extremas de 1000 kPa (10 bares) (presión), 80 °C (temperatura) y al menos 1000 horas (tiempo). Las tuberías se rasparon o se dejaron sin raspar. Los experimentos de control se realizaron usando dispositivos adaptadores de tubería EFC de diámetro interior de 90 mm equipados con un miembro EF preparado sin partículas de aluminio. Los resultados se presentan en la Tabla 4 a continuación, mientras que la temperatura de equilibrio de prefusión y la tensión de fusión se enumeran bajo "Prefusión/tensión".

40

Tabla 4

Prefusión/tensión	Raspado de tubería	Partículas de aluminio	Aprobado/Suspensión
-10 °C/39 V	+	ninguna	Aprobado
20 °C/40 V	-	ninguna	Suspensión
-10 °C/39 V	+	13 µ o 54 µ	Aprobado
20 °C/40 V	-	13 µ o 54 µ	Aprobado

Como puede verse en la Tabla 4, los adaptadores de tubería EFC preparados con partículas de aluminio aprobaron los ensayos hidráulicos con éxito usando tuberías raspadas y sin raspar, y los adaptadores de tubería EFC preparados sin partículas de aluminio aprobaron los ensayos hidráulicos con éxito solo cuando las tuberías se rasparon.

5 Un entendimiento general que surge de los resultados preliminares presentados antes indica que una cantidad relativamente menor de partículas más finas (menos del 10 % en peso y más finas de 50 micras de diámetro promedio) puede ser ventajosa en algunas realizaciones en las que el miembro EF y/o la interfaz fusionada deberían caracterizarse por unas discontinuidades mínimas en la masa del polímero, mientras que las discontinuidades se  
10 provocan por la presencia de una sustancia no polimérica, tal como las partículas.

Aunque la invención se ha descrito junto con realizaciones específicas de la misma, es evidente que muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán aparentes para los expertos en la materia. Por consiguiente, esta  
15 pretende abarcar todas esas alternativas, modificaciones y variaciones que entran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un miembro de acoplamiento de electrofusión (10) que comprende:
  - 5 un cuerpo (12) que tiene al menos una superficie de contacto (13a); y al menos un elemento de calentamiento de resistencia eléctrica (14) dispuesto en o sobre dicho cuerpo (12) adyacente a dicha superficie de contacto, en el que dicho cuerpo (12) comprende al menos una composición termoplástica (16) que comprende una sustancia termoplástica y una pluralidad de partículas metálicas incorporadas en dicha sustancia termoplástica y que constituyen una composición termoplástica que contiene partículas metálicas, y en el que una concentración
    - 10 de dichas partículas varía desde 1 por ciento en peso a 30 por ciento en peso del peso total de la composición.
  2. El miembro de acoplamiento de electrofusión de la reivindicación 1, en el que dichas partículas metálicas se caracterizan por un diámetro promedio de menos de 100 micras.
  - 15 3. El miembro de acoplamiento de electrofusión de una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que dichas partículas metálicas comprenden al menos un elemento metálico.
  4. El miembro de acoplamiento de electrofusión o la composición de la reivindicación 3, en el que dicho elemento metálico se selecciona del grupo que consiste en un metal de transición, un metal noble, un metal de postransición, un metal de base, un metal pobre, un metal alcali, un metal alcalinotérreo, un lantánido, un actínido, un metaloide y un cuasi metal.
    - 20 5. El miembro del acoplamiento de electrofusión o la composición de la reivindicación 3, en el que dicho elemento metálico se caracteriza por una conductancia térmica de 200 W/(m K) o más y/o una capacidad térmica específica a 25 °C de 1 J/g°K o menos.
    6. El miembro de acoplamiento de electrofusión de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, formado de una forma seleccionada del grupo que consiste en un cilindro, un disco, un conector hembra, un manguito, un anillo plano, una junta tórica, un anillo en X, un anillo en Q, una junta, una junta de reborde, una lámina, una malla y un asiento.
    - 30 7. Un dispositivo acoplador de electrofusión que comprende el miembro de acoplamiento de electrofusión de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6.
    8. El dispositivo de la reivindicación 7, en el que dicho miembro de acoplamiento de electrofusión es una superficie de contacto del dispositivo.
    - 35 9. Un proceso de fabricación del miembro de acoplamiento de electrofusión de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que comprende:
      - 40 mezclar pellas de una primera sustancia termoplástica que tiene dicha pluralidad de partículas metálicas dispersas en su interior con pellas de una segunda sustancia termoplástica para formar así una composición termoplástica que contiene partículas metálicas; y moldear dicha composición termoplástica que contiene partículas metálicas en un molde prediseñado.
      - 45 10. El proceso de la reivindicación 9, que comprende además, antes de dicha mezcla, dispersar dicha pluralidad de partículas metálicas en dicha primera sustancia termoplástica en un estado fundido; y formar dichas pellas de dicha primera sustancia termoplástica que tiene dicha pluralidad de partículas metálicas dispersas en su interior.
      - 50 11. El proceso de la reivindicación 9, que comprende además disponer dicho elemento de calentamiento de resistencia eléctrica en dicho cuerpo disponiendo dicho elemento de calentamiento de resistencia eléctrica en dicho molde antes de moldear o disponer dicho elemento de calentamiento de resistencia eléctrica en hendiduras preformadas en dicho cuerpo después de dicho moldeo.
      - 55 12. Un proceso de fabricación del dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 7-8, comprendiendo el proceso colocar dicho miembro de acoplamiento de electrofusión en un molde, e inyectar una sustancia termoplástica en dicho molde de manera que el miembro forma una superficie de contacto del dispositivo.
      - 60 13. Un método de soldadura de al menos dos tuberías termoplásticas, comprendiendo el método:
        - proporcionar el miembro de acoplamiento de electrofusión de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6 formado en una forma de un adaptador de tubería que tiene dos aberturas; insertar dicho extremo de cada una de las tuberías en cada una de dichas aberturas; y aplicar una corriente predeterminada a través de dicho elemento de calentamiento de resistencia eléctrica durante un período de tiempo predeterminado, para fundir por tanto dicha sustancia termoplástica.
        - 65

FIG. 1A

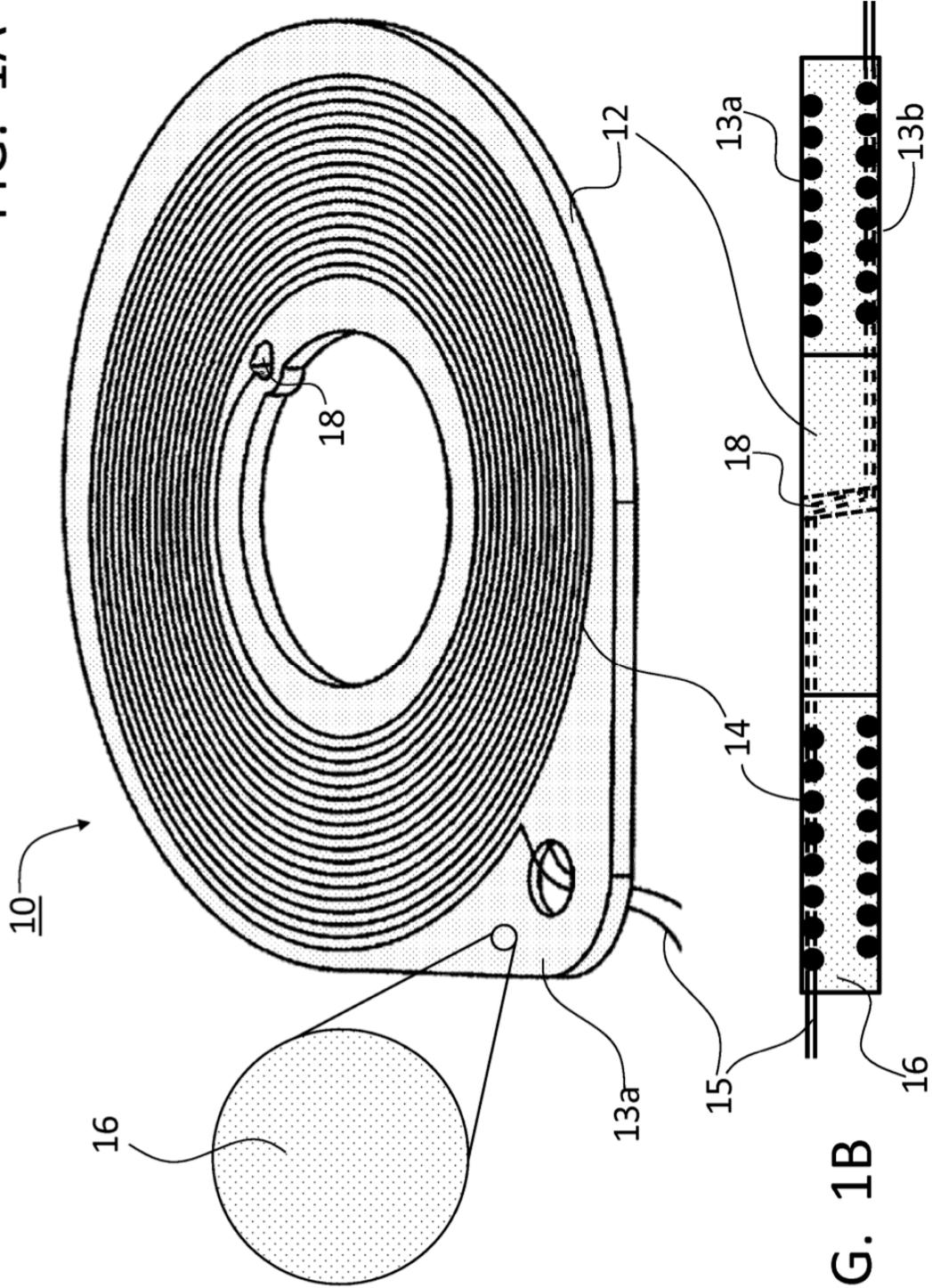


FIG. 1B

FIG. 2

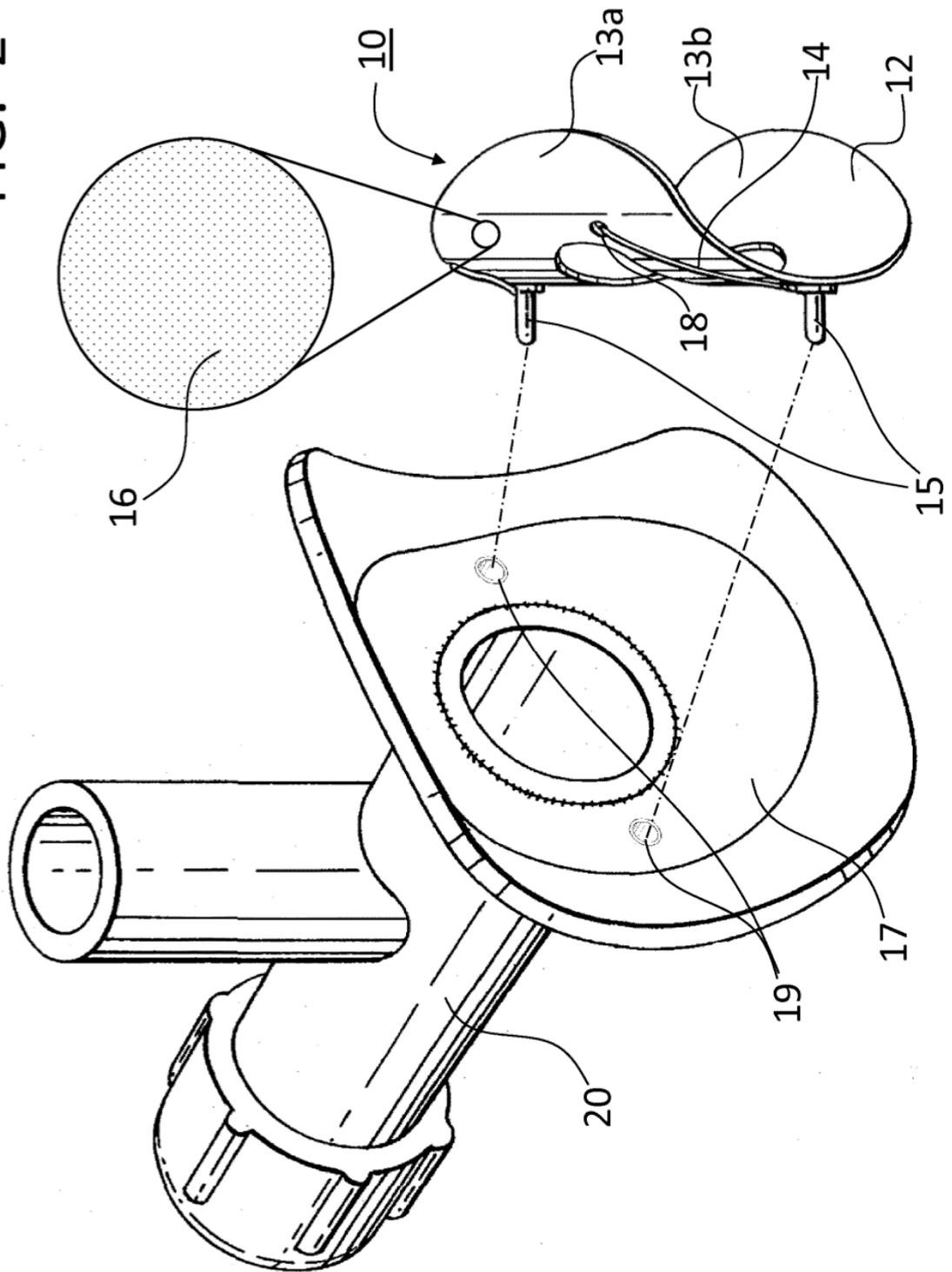


FIG. 3

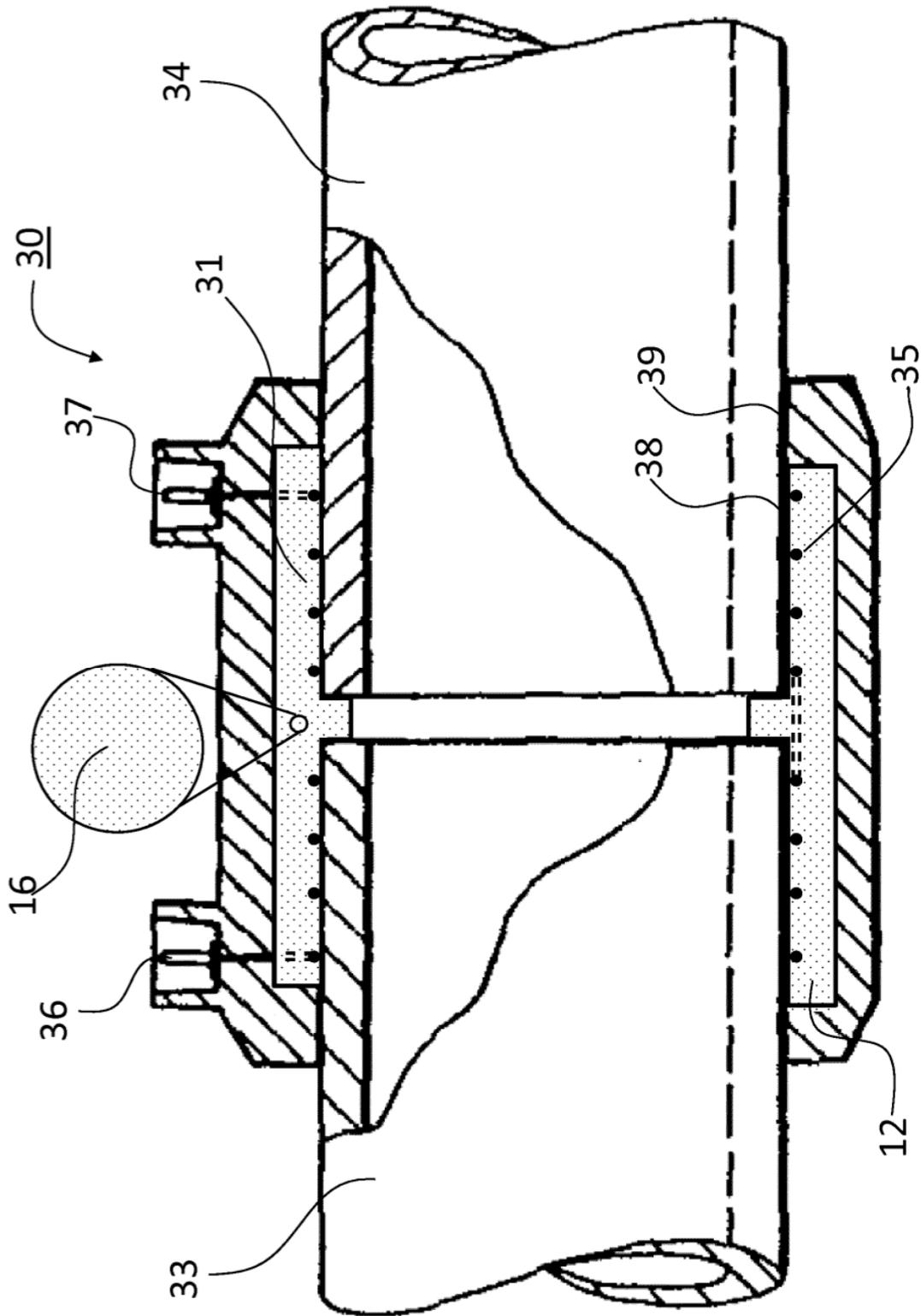


FIG. 4

