

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 277**

51 Int. Cl.:

B29C 65/34 (2006.01)

B29C 65/50 (2006.01)

F16L 47/03 (2006.01)

B29C 65/36 (2006.01)

F16L 47/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2019** **PCT/EP2019/067868**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2020** **WO20007921**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2019** **E 19734111 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2024** **EP 3817912**

54 Título: **Elemento de acoplamiento, conjunto de acoplamiento con dicho elemento de acoplamiento y método para acoplar un primer sustrato a dicho elemento de acoplamiento**

30 Prioridad:

03.07.2018 LU 100865

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

22.10.2024

73 Titular/es:

ALIAxis RESEARCH & TECHNOLOGY (100.0%)
3 Boulevard Jean Moulin, Oméga Parc Bâtiment 7
78990 Élancourt, FR

72 Inventor/es:

TEIXEIRA PINTO, JOSÉ MIGUEL;
KLEITZ, OLIVIER;
VALLEAU, ALINE;
RENARD, PAUL HENRI y
JULIEN, OLIVIER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 983 277 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

Elemento de acoplamiento, conjunto de acoplamiento con dicho elemento de acoplamiento y método para acoplar un primer sustrato a dicho elemento de acoplamiento

5

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica prioridad a la solicitud de patente LU 100865 presentada el 3 de julio de 2018.

10 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a tecnologías de unión que usan activación térmica y/o suministro de energía. Más precisamente, la presente invención se refiere a un elemento de acoplamiento, una conexión con dicho elemento de acoplamiento y un método para fabricar dicho elemento de acoplamiento.

15

Un elemento de acoplamiento diseñado para permitir el ensamblaje mediante soldadura por inducción o electrofusión de al menos dos componentes termoplásticos ya se conoce a partir de la solicitud de patente FR 2 748 415 A1. El elemento de acoplamiento incluye un cuerpo de material termoplástico en el que los elementos de calentamiento elásticos, por ejemplo, resorte(s) en espiral elástico(s), están incrustados en un estado pretensado. Durante la operación de soldadura, el elemento de calentamiento elástico funde el material que rodea al elemento de calentamiento elástico. Esto le permite moverse y pasar de su estado pretensado a su estado natural a horcajadas entre las dos partes soldadas.

20

Se conocen otros métodos de unión de tuberías de acoplamiento en los que se usan adhesivos para conectar tuberías. Sin embargo, los adhesivos comprenden sustancias químicas tales como disolventes que son propensos a evaporarse durante el ensamblaje. Se conoce, sin embargo, que algunas de las sustancias químicas pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente y/o la salud humana. Los industriales están tratando de reducir el impacto de la industria en el medio ambiente y/o la salud humana, en particular, identificando sustancias químicas potencialmente peligrosas para proteger a los humanos y al medio ambiente. Este es, por ejemplo, uno de los objetivos del reglamento europeo titulado Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Productos Químicos (REACH).

30

Entre estas sustancias químicas, se sabe que los disolventes tienen un impacto negativo.

Otros ejemplos de conjunto de acoplamiento por electrofusión o soldadura por inducción se divulgan en el documento GB 2 327 992, FR 2 516 439 o EP 0 430 761. En estos ejemplos, el método de acoplamiento comprende electrofusión con uno o ambos elementos configurados en materiales multicapa, como polietileno o polipropileno, y alambre conductor o un metal estampado en los termoplásticos. Durante la electrofusión, el material de la tubería o empalme que se va a acoplar se funde y se mezclan los materiales del material multicapa, la tubería y el empalme.

35

Adicionalmente, se conoce el uso de un agente espumante para compensar las tolerancias de diámetro generadas en el proceso de producción de tuberías de alcantarillado de polietileno y la diferencia en el diámetro de la tubería causada por la variación de circularidad que puede generarse durante el transporte de carga en los procesos de soldadura. Por ejemplo, los documentos EP 2 508 561 o US4090899 proporcionan un agente espumante en la zona de soldadura para espumar la tubería. Otro agente espumante se usa en el documento KR 20130004866 en el que se espuma una lámina de espuma mientras se expande en volumen. La estanqueidad al agua está asegurada por la presión generada por la lámina de espuma expandida.

45

Un objeto de la presente invención es proporcionar una solución alternativa al acoplamiento, en el que no hay necesidad de adhesivos a base de disolventes.

50

El documento EP 2 508 561 enseña un elemento de acoplamiento según el preámbulo de la reivindicación 1 y un método de acoplamiento que usa tal elemento de acoplamiento.

Sumario de la invención

55

Con este fin, la invención propone un elemento de acoplamiento según la reivindicación 1, que comprende un cuerpo de acoplamiento que tiene una primera superficie de unión, comprendiendo dicho cuerpo de acoplamiento un material de unión que se puede soldar a una temperatura de fusión, y al menos un elemento de calentamiento, proporcionado para calentar el material de unión a una temperatura igual o mayor que la temperatura de fusión, estando el al menos un elemento de calentamiento encapsulado con el material de unión o provisto en la primera superficie de unión. El material de unión es un polímero de transición.

60

Por lo tanto, la presente invención propone un elemento de empalme o acoplamiento con un material de unión, que comprende un polímero de transición con un elemento de calentamiento que puede encapsularse dentro del polímero o sobre el polímero. El elemento de calentamiento recibirá la energía (eléctrica, campo magnético, iniciación de la reacción exotérmica...) y calor (por efecto joule, reacción exotérmica...). El elemento de calentamiento se proporciona

65

para calentar hasta al menos la temperatura de fusión del polímero de transición. El polímero de transición soldado proporciona la adhesión entre el elemento de acoplamiento y un sustrato de otro elemento, fundiéndose y pegándose al sustrato. El otro elemento puede ser una tubería u otro empalme.

- 5 Cabe señalar que la temperatura de fusión del polímero de transición puede ser diferente de la temperatura de fusión de los sustratos.

10 El material de unión es un polímero de transición, también denominado polímero o adhesivo termofusible (HMA). Los polímeros termofusibles se basan en polímeros termoplásticos, que son sólidos a temperatura ambiente y tienen una temperatura de reblandecimiento o fusión inferior/igual o ligeramente superior, por ejemplo, de 5 a 10 °C, que el material de sustrato que se sabe que es bajo, hasta 210 °C o menos. Solo el material termofusible debe fundirse, y debe fundirse antes de que el material del sustrato comience a fundirse, requiriendo así menor energía que el método de unión térmica de la técnica anterior. Tras la solidificación, los polímeros termofusibles vuelven a un estado físico que tiene integridad estructural y puede funcionar como un adhesivo. De hecho, se sabe que la temperatura de reblandecimiento o fusión de los polímeros termofusibles es baja, hasta la temperatura de fusión del sustrato o ligeramente superior. Sin embargo, los polímeros termofusibles y el sustrato tienen una mala conductividad térmica, por lo tanto, el sustrato no se fundirá durante la operación de fusión del material termofusible, porque el calor no tendrá tiempo suficiente para propagarse para comenzar la fusión del sustrato. Cuando está en estado fundido, el material termofusible tiene una alta afinidad física y química con el sustrato y se adhiere a este, por lo tanto, solo es necesario fundir el material termofusible, pero no el acoplador de sustrato o la tubería. Esto requiere menos energía que el método de unión térmica de la técnica anterior. Tras la solidificación, los polímeros termofusibles vuelven a un estado físico que tiene integridad estructural y puede funcionar como un adhesivo.

25 Se conoce el uso de polímeros termofusibles como pegamento, en donde el polímero termofusible se aplica como un adhesivo líquido mediante extrusión, enrollamiento, bi-inyección, coextrusión, el ensamblaje en línea o la pulverización del polímero termofusibles sobre la superficie de un primer objeto que se va a ensamblar y la unión con otro objeto se lleva a cabo inmediatamente después de la aplicación.

30 Sin embargo, la presente invención sugiere proporcionar un elemento de acoplamiento tanto con el polímero de transición como con el elemento de calentamiento, in situ. Las aplicaciones preferidas son, por ejemplo, en acoplamientos de tuberías o en fontanería, pero estos son solo ejemplos.

La energía para fundir el polímero de transición depende del espesor/volumen de este.

35 Cabe señalar que, debido a las diferencias de temperaturas de fusión entre el material de unión y el cuerpo de acoplamiento, solo el material de unión se fundirá durante el acoplamiento entre el elemento de acoplamiento y un sustrato de otro elemento para la adhesión entre el elemento de acoplamiento y un sustrato de otro elemento, fundiéndose y pegándose al sustrato. Por ejemplo, al ensamblar una tubería con el elemento de acoplamiento, solo se hace que el material de unión (polímero termofusible) se ablande y se funda, mientras que el sustrato de tubería y el cuerpo de acoplamiento, por ejemplo, hecho de PVC o CPVC, no se fundan, y no haya mezcla de material entre el polímero termofusible soldado y la tubería. Tras la solidificación, el polímero termofusible forma una capa adhesiva entre la tubería y el elemento de acoplamiento.

45 Según la invención, el elemento de calentamiento es permeable al material de unión. Esto permite el flujo del material de unión fundido para una mejor unión. En particular, esto permite que ambas capas se mezclen entre sí y crear una unión fuerte, en particular cuando el elemento de calentamiento no se proporciona directamente en el material de unión sino en una capa de soporte.

50 En un aspecto, el material de unión comprende una primera capa de material de unión en la primera superficie de unión, y en donde el al menos un elemento de calentamiento se proporciona en dicha primera capa de material de unión, ya sea directamente o en una capa de soporte. La capa de soporte puede tener orificios que permitan que el material de unión se mezcle entre las dos capas, es decir, la capa del material de unión y la capa de soporte que soporta el al menos un elemento de calentamiento. De nuevo, se contempla que, durante el ensamblaje con una tubería, solo el material de unión se ablandará, de modo que no haya mezcla de materiales entre el material de unión y la tubería. El material de unión, tras la solidificación, proporciona una capa adhesiva, en la que el al menos un elemento de calentamiento, y posiblemente la capa de soporte cuando está provista de orificios, ha/han sido incrustados.

60 El al menos un elemento de calentamiento puede comprender una resistencia que se puede calentar por efecto Joule o inducción, por ejemplo, hecho de electrónica impresa, preferentemente hecho de tinta conductora. La electrónica impresa puede encapsularse dentro del material de unión o se ubica en la primera superficie de unión.

65 Cabe señalar que el material de unión y/o la capa de soporte pueden rellenarse con cargas conductoras, permitiendo redirigir el calor en el material de unión y fundir el material de unión. La fusión se puede lograr secuencialmente en las regiones termofusibles. Los ejemplos de cargas incluyen partículas, nanopartículas, micropartículas, microcopos, nanocopos, fibras metálicas, fibras de carbono.

La resistencia puede comprender un calentador impreso que puede desactivarse tras completar la unión, para proporcionar una solución de calentamiento de un solo paso, en donde el calentador impreso tiene una forma impresa con partes de mayor resistividad, donde la resistividad del calentador impreso es mayor que en las partes restantes del calentador impreso.

5 El elemento de acoplamiento puede comprender además uno o más sensores, en donde el uno o más sensores comprenden al menos uno de un sensor de temperatura, una etiqueta RFID, un sensor de tensión, un sensor de presión. El sensor o sensores pueden ser sensores impresos que pueden imprimirse al mismo tiempo que el calentador impreso. De lo contrario, el sensor o sensores también se pueden combinar con un calentador impreso. Por lo tanto,
10 el elemento de calentamiento puede estar provisto de una o más funcionalidades que permitan proporcionar retroalimentación sobre la calidad de la junta soldada o proporcionar una supervisión continua para una tubería en la que el elemento de acoplamiento se ha utilizado para el acoplamiento de tuberías.

15 En otro aspecto, el al menos un elemento de calentamiento puede comprender una nanolámina conductora. Tales nanoláminas reactivas comprenden metales mutuamente reactivos, con pulverización química para formar finas capas que crean una lámina laminada. Una reacción exotérmica puede activarse por un pulso térmico, un pulso láser, una chispa eléctrica, una llama o por cualquier otro medio. Por ejemplo, la nanolámina puede comprender una de una lámina multicapa de aluminio-níquel, aluminio-titanio o silicio de titanio amorfo.

20 En un aspecto adicional, el material de unión comprende además una segunda capa de material de unión, en donde el al menos un elemento de calentamiento está intercalado entre la primera y la segunda capa del material de unión, en particular, en donde el al menos un elemento se proporciona en una capa de soporte intercalada entre la primera capa y la segunda capa.

25 La primera capa de material de unión puede comprender un primer material de transición y la segunda capa de material de unión comprende un segundo material de transición, permitiendo así variar las propiedades de fusión o unión en las diferentes capas. Por ejemplo, el primer material de transición y el segundo material de transición pueden fundirse a diferentes temperaturas de fusión.

30 Según la invención, se proporciona preferentemente un agente espumante o un agente de soplado dentro del material de unión. Ventajosamente, el agente espumante puede expandirse dentro del material de unión, proporcionando así una presión adicional que cierra todos los huecos. El agente espumante o agente de soplado es un agente espumante/de soplado activado térmicamente y se añade al material de unión.

35 El agente espumante se elige para que tenga una temperatura de activación de modo que el agente espumante pueda activarse por el calor generado por el elemento de calentamiento en el material de unión durante la fase de fusión. Esto da como resultado la expansión del material de unión para el cierre de cualquier espacio potencial existente entre la tubería y el empalme. Solo la capa de material de unión formará espuma. De hecho, una combinación de una capa espumante con un material de unión específico (polímero termofusible) es innovadora ya que el ajuste mutuo en las
40 temperaturas de reactividad y el pegado en presencia de áreas espumadas se considera particularmente difícil de manejar. El elemento o elementos de tubería a acoplar por el elemento de acoplamiento no deben alcanzar su temperatura de fusión, ya que solo se proporciona el material de unión para fundirse.

45 La temperatura de activación del agente espumante es igual o superior a la temperatura de fusión del material de unión. Preferentemente, la temperatura de activación del agente espumante es ligeramente superior, en el intervalo de 2-20 °C, más preferentemente en el intervalo de 5-10 °C, que la temperatura de fusión del material de unión.

Otra realización para proporcionar un agente espumante o agente de soplado consiste en la encapsulación de un tercer material cargado con agentes espumantes/de soplado dentro del material de unión. Este tercer material puede
50 ser un tipo diferente de material de unión, el material de sustrato (PVC o CPVC) u otro material que sea compatible con las temperaturas de fusión y activación del material de unión y del agente espumante. Cuando el elemento de calentamiento se calienta, el material de unión se ablandará y se fundirá, mientras activa el agente de soplado dentro del tercer material encapsulado.

55 En esta realización, el material encapsulado se expande y empuja el material de unión contra la tubería y el empalme cerrando cualquier hueco de tolerancia eventual.

Otra forma más de proporcionar un agente espumante o agente de soplado consiste en proporcionar una primera capa de material de unión y una segunda capa de material de unión enfrentadas entre sí en ambos lados del elemento de
60 calentamiento. La primera capa de material de unión comprende una masa termofusible mezclada con un primer aditivo, y la segunda capa de material de unión comprende una masa termofusible mezclada con un segundo aditivo. Durante el calentamiento, ambas capas de material de unión se funden y el primer y segundo aditivos entran en contacto y reaccionan para producir un gas inerte, lo que a su vez da como resultado la formación de espuma del material de unión. El material de unión se expande y cierra cualquier espacio potencial entre la tubería y el empalme.
65 Adicionalmente, se reduce la contracción del material de unión durante el enfriamiento.

Un gas inerte significa que el gas inerte no reacciona con el medio, como el gas o el agua, de la instalación de tuberías en la que se utiliza el elemento de acoplamiento. De la misma manera, el gas inerte no reacciona con el elemento de acoplamiento una vez acoplado en la tubería/sistema, y no debería reaccionar con el material termofusible.

Por ejemplo, el primer aditivo puede ser un componente de la familia de los ácidos policarboxílicos como el ácido cítrico, y el segundo aditivo puede ser un componente de la familia de los carbonatos inorgánicos, p. ej. bicarbonato de sodio. En esta realización, la reacción química produce el gas inerte CO₂, lo que a su vez da como resultado la formación de espuma del material de unión. El material de unión se expande y cierra cualquier espacio potencial entre la tubería y el empalme. Adicionalmente, se reduce la contracción del material de unión durante el enfriamiento.

Cabe señalar que solo el material de unión formará espuma.

En otro aspecto adicional, una porción de suministro de energía, en particular conectores, para suministrar energía de calentamiento al elemento de calentamiento. Esto permite proporcionarse energía in situ, directamente sobre el elemento de calentamiento. La porción de suministro de energía puede desactivarse después de su uso. Por ejemplo, la porción de suministro de energía puede proporcionarse dentro del material de unión fundido.

Cabe señalar que, durante el ensamblaje con una tubería, solo la primera y la segunda capa de material de unión se ablandarán, de modo que no haya mezcla de material entre el material de unión y la tubería. El material de unión, tras la solidificación, proporciona una capa adhesiva, en la que el al menos un elemento de calentamiento, y posiblemente la capa de soporte cuando está provista de orificios, ha/han sido incrustados.

El elemento de acoplamiento puede estar configurado para disponerse en forma de manguito/anillo, con extremos configurados para acoplarse mutuamente para mantener la forma de manguito/anillo.

La presente invención también propone un conjunto de acoplamiento que comprende un elemento de acoplamiento de este tipo y un primer sustrato ensamblado en la primera superficie de unión.

En un aspecto, el conjunto de acoplamiento comprende un segundo sustrato, en donde el primer sustrato y el segundo sustrato se unen entre sí a través de dicho elemento de acoplamiento mediante el material de unión soldado al soldar el material de unión, preferentemente en donde el segundo sustrato está ensamblado en una segunda superficie de unión en un lado opuesto del cuerpo de acoplamiento con respecto a la primera superficie de unión.

El primer sustrato puede ser uno de un primer elemento de tubería y de un primer receptáculo para la inserción del elemento de tubería, y el segundo sustrato puede ser otro de un segundo elemento de tubería y de un receptáculo.

En otro aspecto adicional, el primer sustrato es un elemento de tubería multicapa que tiene una sección de cuerpo de tubería principal y un extremo libre, y el material de unión se proporciona para cubrir dicho extremo libre del elemento de tubería.

La presente invención propone además un método para acoplar un primer sustrato a un elemento de acoplamiento como se ha descrito anteriormente, que comprende las etapas de: unir el primer sustrato en el elemento de acoplamiento, y proporcionar energía al al menos un elemento de calentamiento para provocar el calentamiento del material de unión hasta la temperatura de fusión, para obtener un conjunto de acoplamiento. El material de unión fundido puede fluir para una mejor unión.

En un aspecto, el primer sustrato está acoplado a una primera capa de material de unión proporcionada en la superficie de unión.

En otro aspecto, el método comprende la etapa de desactivar el elemento de calentamiento tras la finalización de la unión, en particular desactivar irreversiblemente el elemento de calentamiento. Los elementos de calentamiento impresos son sensibles a la temperatura de calentamiento debido a su forma o geometría. Por lo tanto, el calentador impreso puede diseñarse de manera que, en combinación con el ciclo de calentamiento correcto después de que se logre la fusión completa del material termofusible que conduce a una unión viable, una vez que el elemento de acoplamiento se ha acoplado a través del polímero termofusible a un elemento de tubería o un empalme, solo después de esa fase de fusión que conduce a un acoplamiento viable, el calentador impreso se sobrecalentará en una región específica y dará como resultado una escisión del calentador impreso conductor. Por ejemplo, un material termofusible de tipo copoliéster puede calentarse a una temperatura de 210 °C para lograr una fusión completa que conduzca a un acoplamiento, y la temperatura de sobrecalentamiento puede ser de alrededor de 250 °C para fusionar el calentador impreso.

La presente invención propone además el uso de un polímero de transición en un método como se ha descrito anteriormente, en un conjunto de acoplamiento y/o en un elemento de acoplamiento como se ha descrito anteriormente.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la descripción a continuación junto con los dibujos adjuntos que muestran un ejemplo de una realización que incluye, pero sin limitación:

- 5 la figura 1A muestra un elemento de acoplamiento según una realización de la presente invención;
la figura 1B muestra el elemento de acoplamiento de la figura 1A acoplado con un primer sustrato según una realización de la presente invención;
- la figura 2 muestra un elemento de acoplamiento según otra realización de la presente invención;
- la figura 3 muestra un elemento de acoplamiento según otra realización más de la presente invención;
- 10 la figura 4 muestra un elemento de acoplamiento provisto de un agente espumante según otra realización más de la presente invención, y las figuras 4B a 4D muestran diferentes realizaciones de un elemento de acoplamiento provisto de un agente espumante según la presente invención;
- la figura 5 es un diagrama de bloques de un método de ensamblaje de un elemento de acoplamiento según otra realización de la presente invención;
- 15 las figuras 6A-6E muestran un conjunto de acoplamiento con un elemento de acoplamiento según una realización de la presente invención;
- la figura 7 muestra un conjunto de acoplamiento con un elemento de acoplamiento según una realización de la presente invención;
- 20 la figura 8 muestra un conjunto de acoplamiento con un elemento de acoplamiento según una realización de la presente invención.

En los dibujos, los elementos idénticos o similares se indican con números de referencia idénticos o similares.

- 25 La figura 1A muestra un elemento de acoplamiento 10 según una realización de la presente invención y la figura 1B muestra el elemento de acoplamiento 10 acoplado con un primer sustrato 30.

El elemento de acoplamiento 10 comprende un cuerpo de acoplamiento 12 que tiene una primera superficie de unión 13 y una segunda superficie de unión 14 opuesta a la primera superficie de unión 13, y al menos un elemento de calentamiento 50.

- 30 El cuerpo de acoplamiento 12 está hecho de un material de unión que se puede soldar a una temperatura de fusión. El material de unión es un polímero de transición, también denominado termofusible, como se explicará más adelante en la descripción.

- 35 En el ejemplo de la figura 1A, el al menos un elemento de calentamiento 50 se proporciona en la primera superficie de unión 13. Esto no limita la invención y el elemento de calentamiento 50 puede proporcionarse tanto en la primera como en la segunda superficie de unión 13, 14, o puede encapsularse dentro del material de unión, como el ejemplo de las figuras 2 y 3.

- 40 El elemento de calentamiento 50 se proporciona para calentar el material de unión a una temperatura al menos igual o mayor que la temperatura de fusión, para provocar la soldadura del material de unión.

- 45 En el ejemplo de las figuras 1A y 1B, el elemento de calentamiento 50 es un alambre resistivo ubicado en la superficie de unión 13 calentable por energía electromagnética. El alambre resistivo de las figuras 1A y 1B pueden calentarse por el efecto Joule. Para este fin, el elemento de calentamiento 50 comprende los contactos eléctricos 52, 53, que pueden ponerse en contacto con una fuente de energía eléctrica.

- 50 El experto en la materia entenderá que el alambre resistivo no necesita estar ubicado en o sobre la superficie de unión y puede ser una bobina incrustada dentro del material de unión. Es más, la bobina o el alambre resistivo pueden calentarse por inducción. En lugar de la bobina, las micropartículas pueden incrustarse en el material de unión y calentarse por inducción.

- 55 El elemento de calentamiento resistivo puede ser ventajosamente un elemento de alambre en zigzag plano. Un elemento en zigzag plano se puede implementar fácilmente en el proceso de industrialización. Es más, un alambre en zigzag permite proporcionar los dos contactos eléctricos en un lado del elemento de acoplamiento, en lugar de tener un primer contacto eléctrico en un lado y el otro contacto eléctrico en el otro lado. Esta implementación es compacta y ayuda a evitar cortocircuitos entre los dos contactos eléctricos. Este diseño garantiza además que los contactos eléctricos no salgan en medio de un empalme o elemento de acoplamiento durante la soldadura.

- 60 Un alambre resistivo se puede calentar hasta una temperatura máxima de 800 °C o más.

- 65 El material de unión es un polímero de transición, también denominado polímero o adhesivo termofusible. Los polímeros termofusibles se basan en polímeros termoplásticos, que son sólidos a temperatura ambiente y tienen una temperatura de reblandecimiento o fusión que se sabe que es baja, hasta la temperatura de fusión del sustrato o superior. Cuando está en estado fundido, el material termofusible tiene una alta afinidad física y química con el sustrato y se adhiere a este, por lo tanto, solo es necesario fundir el material termofusible y requiere menos energía que el

método de unión térmica de la técnica anterior. Tras la solidificación, los polímeros termofusibles vuelven a un estado físico que tiene integridad estructural y puede funcionar como un adhesivo.

Como se ha mencionado previamente, la presente invención sugiere proporcionar un elemento de acoplamiento tanto con el polímero de transición como con el elemento de calentamiento, in situ. Las aplicaciones preferidas son, por ejemplo, en acoplamientos de tuberías o en fontanería, pero estos son solo ejemplos. El ejemplo de acoplamiento de tuberías se explicará más adelante en la descripción, pero esto no limita la invención.

Ventajosamente, la temperatura de fusión puede permanecer más baja que la temperatura de fusión del sustrato, lo que implica menos volumen/masa y menor temperatura de fusión, por lo tanto, se proporcionará menos energía. Como se ha mencionado anteriormente, la temperatura de fusión puede ser hasta la temperatura de fusión del sustrato o superior. Cabe señalar que la temperatura de fusión se puede adaptar jugando con el peso molecular del material termofusible o añadiendo aditivos que modifican la viscosidad del material del polímero termofusible.

Un ejemplo de material de unión que se puede usar en los elementos de acoplamiento de la presente invención es termofusible de Platanid o termofusible de tipo copoliéster, que está especialmente indicado para la adhesión con un sustrato hecho de C-PVC.

El material de unión se proporciona para fundirse y actuar como un pegamento, es decir, existe una interacción físico-química entre el material de unión y, p. ej., el sustrato de la tubería en el que se ensamblará el elemento de acoplamiento. Es importante entender que solo se proporciona el material de unión para ablandar y fundir, no el sustrato del elemento de tubería. No hay mezcla de material entre el material de unión y el sustrato de tubería.

La figura 2 muestra otro ejemplo de elemento de acoplamiento 210 según otro aspecto que no forma parte de la invención, que difiere del elemento de acoplamiento de la figura 1 por el elemento de calentamiento, como se describe más adelante. Los elementos idénticos a las figuras 1 y 2 tienen el mismo número de referencia.

El elemento de acoplamiento 210 comprende un cuerpo de acoplamiento 12 de material de unión que define una primera superficie de unión 13 y una segunda superficie de unión 14. Se proporciona un elemento de calentamiento 250 en forma de nanoláminas reactivas conductoras, incrustado dentro del material de unión del cuerpo del elemento de acoplamiento 12.

Tales nanoláminas reactivas comprenden metales mutuamente reactivos, pulverizados para formar capas finas que crean una película laminada. Una reacción exotérmica puede desencadenarse por un pulso de calor, un pulso láser, una chispa eléctrica, una llama, o por cualquier otro medio. Por ejemplo, la nanolámina puede comprender una de una lámina multicapa de aluminio-níquel, aluminio-titanio o titanio-silicio amorfo.

La nanolámina puede excitarse mediante corriente eléctrica suministrada a través de los contactos eléctricos 252, 253, y tras la excitación, comienza una reacción exotérmica que puede alcanzar una temperatura de 1500 °C en unos pocos milisegundos, como se conoce en la técnica. La velocidad y la temperatura de la reacción se pueden controlar ajustando el espesor de las capas.

En un aspecto de la invención, una superposición de diferentes capas de nanoláminas puede permitir elevar la temperatura del material de unión progresivamente. De hecho, se puede usar una primera capa de nanolámina para desencadenar una reacción consecutiva de una segunda capa de nanolámina, activando dicha segunda capa de nanolámina consecutivamente la capa de nanolámina posterior, y así sucesivamente.

El material de unión comprende un polímero termofusible, de manera similar al elemento de acoplamiento 10 de la figura 1.

La figura 3 muestra otro ejemplo más del elemento de acoplamiento 310 según un aspecto adicional de la invención, que difiere del elemento de acoplamiento de las figuras 1 y 2 esencialmente por el elemento de calentamiento, como se describe más adelante. Los elementos idénticos a las figuras 1 y 2 tienen el mismo número de referencia.

En el ejemplo de la figura 3, el elemento de calentamiento 350 es un calentador impreso hecho de tinta conductora con propiedades resistivas. El calentador impreso se puede calentar por el efecto joule, similar al alambre resistivo del elemento de acoplamiento de la figura 1.

Como se muestra en la figura 3, el calentador impreso 350 está impreso en una capa de soporte 352 incrustada dentro del material de unión, en particular, intercalado entre una primera capa 316 y una segunda capa 317 del material de unión.

La capa de soporte 352 tiene orificios que permiten que el material de unión se mezcle entre las dos capas.

Esto no limita la invención y la tinta se puede imprimir directamente sobre la superficie del polímero de transición.

La tinta impresa forma resistencias resistivas que se calentarán por el efecto Joule y distribuirán el calor de manera homogénea sobre/dentro del material de unión.

5 Los materiales de tinta adecuados pueden ser carbono, plata, cobre, o cualquier otro material adecuado. Una ventaja del calentador impreso es que permite elegir la forma impresa, posibles calentadores delgados, así como una flexibilidad. De hecho, el calentador impreso se puede doblar si es necesario, por ejemplo, para asumir una forma circular. La temperatura de calentamiento máxima puede ser de alrededor de 120 °C-150 °C, según la especificación de la tinta utilizada para el calentador impreso.

10 Cabe señalar que el material de unión y/o la capa de soporte pueden rellenarse con partículas conductoras, permitiendo redirigir el calor en el material de unión y fundir el material de unión. La fusión se puede lograr secuencialmente en las regiones termofusibles, dependiendo de los requisitos.

15 Preferentemente, la tinta comprende partículas de cera que permiten que la tinta sea autorreguladora, evitando así la degradación de la tinta debido al calentamiento. En concreto, las partículas de cera se expanden con el calor, pero cuando se expanden, las partículas de cera romperán la conductividad entre las partículas conductoras en la tinta, deteniendo así el calentamiento por el efecto Joule. Una tinta autorreguladora de este tipo permite controlar la fusión del polímero de transición dentro de su ventana de transformación. Es más, el experto en la materia entiende que una tinta autorreguladora puede ser reutilizable, mientras que las tintas conductoras sin propiedades autorreguladoras se calentarán hasta la degradación.

La capa de soporte 352 puede ser de cualquier material de sustrato compatible con el adhesivo termofusible, por ejemplo, de tereftalato de polietileno (PET).

25 La primera capa 316 de material de unión y la segunda capa 317 de material de unión comprenden preferentemente el mismo material. Sin embargo, la primera capa de material de unión puede comprender un primer polímero termofusible y la segunda capa de material puede comprender un segundo material termofusible, o puede comprender el mismo material o un material diferente.

30 En el ejemplo de la figura 3, el calentador impreso 350 está incrustado dentro del material de unión. Esto no limita la invención, y el calentador impreso 350 puede proporcionarse en una de las primeras superficies de unión 13, segunda superficie de unión 14, o ambas, ya sea sobre una capa de soporte o directamente sobre el material de unión, similar al alambre resistivo 50 de la figura 1.

35 Un calentador impreso puede desactivarse ventajosamente de manera irreversible, después de que se haya completado la unión, para proporcionar una solución de calentamiento de un solo paso, evitando así el calentamiento múltiple del material de unión o del elemento de acoplamiento. De hecho, un calentador impreso de un solo paso puede diseñarse para tener una forma impresa con partes de mayor resistividad, donde la resistividad del calentador impreso es mayor. La temperatura aumentará más en esas partes de alta resistividad que en las partes restantes del
40 calentador impreso. El aumento de temperatura adicional da como resultado la fusión del calentador impreso y la ruptura de la conductividad. Cuando se alcanza una temperatura crítica basándose en un ciclo de calentamiento prediseñado que asegura la correcta unión del material termofusible a los sustratos (alineada con la temperatura de aplicación del material de unión) seguida de un sobrecalentamiento del elemento de calentamiento, el calentamiento se detendrá. La temperatura de aplicación es la temperatura de fusión que proporciona una buena adhesión del
45 material de unión al sustrato o al elemento de tubería al que se va a ensamblar.

Otra ventaja de los calentadores impresos es proporcionar al calentador impreso uno o más sensores. De hecho, durante la impresión del elemento de calentamiento sobre el material de unión o el sustrato, se pueden imprimir uno o más sensores al mismo tiempo. El uno o más sensores pueden ser uno de un sensor de temperatura, una etiqueta
50 RFID, un sensor de tensión, un sensor de presión. Por ejemplo, el elemento de calentamiento puede proporcionarse así con una o más funcionalidades que permitan proporcionar retroalimentación sobre la calidad de la junta soldada o proporcionar una monitorización continua para una tubería en la que el elemento de acoplamiento se ha utilizado para el acoplamiento de tuberías.

55 La figura 4 muestra un elemento de acoplamiento 410 según otra realización más de la presente invención, que difiere del acoplamiento de las figuras 1 a 3 por el material de unión, que tiene además un agente espumante 460. El agente espumante puede expandirse dentro del material de unión, proporcionando de este modo una presión adicional que cierra todos los huecos entre el elemento de acoplamiento y el sustrato (por ejemplo, de una tubería) al que está
60 pegado, después del ensamblaje.

De hecho, el experto en la materia entiende que el espesor del material de unión cambia durante el calentamiento. Por ejemplo, si el material de unión es un polímero termoplástico o semicristalino, el calentamiento del material de unión hasta la temperatura de fusión da como resultado la fusión de los cristales. Por lo tanto, los agentes espumantes pueden expandirse y compensar posibles huecos o cambios de volumen que puedan ocurrir, por ejemplo, durante el
65 corte de tuberías, la preparación, el almacenamiento, o que puedan crearse durante el calentamiento entre un sustrato y el elemento de acoplamiento. Esto aumenta la calidad del acoplamiento.

El agente espumante se elige para que tenga una temperatura de activación de modo que el agente espumante pueda activarse por el calor generado por el elemento de calentamiento en el material termofusible durante la fase de fusión. Esto da como resultado la expansión del material termofusible para el cierre de cualquier espacio potencial existente entre la tubería 40 y el elemento de acoplamiento 410. Solo la capa termofusible formará espuma.

El agente espumante tiene una temperatura de activación igual o superior a la temperatura de fusión del material de unión. Preferentemente, el agente espumante tiene una temperatura de activación que se encuentra en un intervalo de 5-20 °C más alta que la temperatura de fusión del material de unión. Por ejemplo, la temperatura de fusión termofusible puede ser de aproximadamente 200 °C, y el agente espumante se elige para que tenga una temperatura de activación de 200-220 °C, preferentemente de 205-210 °C, para activarse una vez que el material de unión esté completamente fundido.

Las figuras 4B a 4D proporcionan ejemplos de realizaciones en las que el elemento de acoplamiento tiene un material de unión con un agente espumante, antes y después del ensamblaje con una tubería 40 (lado izquierdo y derecho, respectivamente). En la figura 4B, el agente espumante o un agente de soplado 460 se proporciona dentro del material de unión 450. Ventajosamente, el agente espumante puede expandirse dentro del material de unión, proporcionando así una presión adicional que cierra todos los huecos. El agente espumante o agente de soplado es un agente espumante/de soplado activado térmicamente y se añade al material termofusible.

En la figura 4C, el material de unión encapsula un tercer material 462 cargado con agentes espumantes/de soplado 460. Este tercer material puede ser un tipo diferente de material de unión, el material de sustrato (PVC o CPVC) o cualquier otro material que sea compatible con el material de unión y las temperaturas de fusión y activación del agente espumante. Cuando el elemento de calentamiento se calienta, el material de unión se ablandará y se fundirá, mientras activa el agente de soplado dentro del tercer material encapsulado. Como resultado, el tercer material encapsulado 462 se expande y empuja el material de unión contra la tubería y el empalme cerrando cualquier hueco de tolerancia eventual.

En la figura 4D, el material de unión es un material de doble capa que intercala el elemento de calentamiento. Una primera capa 465 de material termofusible mezclado con un primer aditivo y una segunda capa 467 de material termofusible con un segundo aditivo están enfrentadas entre sí en ambos lados del elemento de calentamiento. Durante el calentamiento, ambas capas de material de unión se funden y el primer y segundo aditivos entran en contacto y reaccionan para producir un gas inerte, lo que a su vez da como resultado la formación de espuma del material de unión. El material de unión se expande y cierra cualquier espacio potencial entre la tubería y el empalme. Adicionalmente, se reduce la contracción del material de unión durante el enfriamiento.

Un gas inerte significa que el gas inerte no reacciona con el medio, como el gas o el agua, de la instalación de tuberías en la que se utiliza el elemento de acoplamiento. De la misma manera, el gas inerte no reacciona con el elemento de acoplamiento una vez acoplado en la tubería/sistema, y no debería reaccionar con el material termofusible.

Por ejemplo, el primer aditivo puede ser un componente de la familia de los ácidos policarboxílicos como el ácido cítrico, y el segundo aditivo puede ser un componente de la familia de los carbonatos inorgánicos, p. ej. bicarbonato de sodio. En esta realización, la reacción química produce el gas inerte CO₂, lo que a su vez da como resultado la formación de espuma del material de unión.

Debe entenderse que solo el material de unión formará espuma o se expandirá, o el material adicional proporcionado dentro del material de unión, durante el acoplamiento al sustrato. El sustrato en sí no se funde ni se expande.

El elemento de acoplamiento da como resultado una combinación del elemento de calentamiento con el elemento de unión:

Cabe señalar además que el dispositivo de calentamiento puede ser permeable al material de unión, permitiendo que ambas capas se mezclen entre sí y creen una unión fuerte, en particular cuando los elementos de calentamiento no se proporcionan directamente sobre el material de unión sino sobre una capa de soporte.

El cuerpo de unión puede tener diferentes capas de material de unión, como una primera capa con un primer material de unión y una segunda capa con un segundo material de unión. Por ejemplo, el primer material puede ser un polímero termofusible duro configurado para estar en un lado del empalme o del receptáculo, fundiéndose el duro solo ligeramente durante el acoplamiento, y el segundo material puede ser un material de unión más blando, preferentemente con espuma, configurado para estar en un lado de la tubería. El segundo material puede compensar las tolerancias diametrales y fundirse fácilmente, creando así una buena adhesión con la tubería.

También se prevé proporcionar al elemento de acoplamiento un primer material de unión y un segundo material de unión que tengan diferentes temperaturas de fusión, de modo que el primer y segundo materiales se fundan en diferentes puntos de tiempo. Por ejemplo, el primer material puede fundirse antes y puede proporcionarse para fundir y cubrir extremos de tubería o tubería, mientras que el segundo material puede fundirse más tarde y puede proporcionarse para fundirse con un receptáculo.

Por lo tanto, la presente solicitud propone el uso de polímeros termofusibles provistos de un elemento de calentamiento directamente en un elemento de acoplamiento en el sustrato u objeto a ensamblar. Se proporciona un agente espumante para compensar los posibles huecos o cambios de volumen que puedan producirse, por ejemplo, durante el corte de tuberías, la preparación, el almacenamiento, o que puedan crearse durante el calentamiento entre un sustrato y el elemento de acoplamiento.

El agente espumante se elige para tener unas temperaturas de fusión y activación de modo que el agente espumante pueda activarse por el calor generado por el elemento de calentamiento en el material termofusible durante la fase de fusión. Esto da como resultado la expansión del material termofusible para cerrar cualquier espacio potencial existente entre la tubería y el empalme. Solo la capa termofusible formará espuma.

Cabe señalar además que el elemento de calentamiento puede proporcionarse directamente sobre una capa exterior del material de unión, en la primera y/o segunda superficie de unión. De lo contrario, el elemento de calentamiento puede incorporarse entre dos capas de materiales de unión o incrustarse dentro del material de unión. En este caso, el elemento de calentamiento está ventajosamente provisto de orificios, permeables al material de unión, permitiendo la mezcla de las diferentes capas de material de unión.

El elemento de acoplamiento puede ensamblarse previamente con o sobre un primer sustrato 30 colocado a lo largo de una de la primera superficie de unión 13 y la segunda superficie de unión 14, para formar un primer conjunto de acoplamiento, haciendo que el elemento de calentamiento 50 caliente el material de unión hasta la temperatura de fusión. Una vez unidos y después de la solidificación del material de unión, el conjunto de acoplamiento resultante está formado por el primer sustrato con un revestimiento formado por el cuerpo de acoplamiento del elemento de acoplamiento.

Por ejemplo, el primer sustrato 30 puede ser un empalme para un elemento de tubería, formando así un empalme con un revestimiento hecho de material de unión (termofusible), estando el elemento de calentamiento todavía presente en el empalme después del ensamblaje del primer sustrato y el elemento de acoplamiento.

El elemento de acoplamiento puede ensamblarse directamente entre un primer sustrato 30 colocado contra la primera superficie de unión 13 y un segundo sustrato 40 colocado contra la segunda superficie de unión 14, formando así un adhesivo entre el primer sustrato y el segundo sustrato al soldar el material de unión. En este caso, el elemento de acoplamiento forma un inserto adhesivo.

Por ejemplo, la figura 5 muestra la etapa de un método de acoplamiento descrito en relación con las figuras 6A-6E, que tiene el elemento de acoplamiento 310 de la figura 3. Esto no limita la invención y pueden usarse cualquiera de los elementos de acoplamiento de la figura 1, 3 o 4.

En una primera etapa S1, el elemento de acoplamiento 310, mostrado en la figura 6A, se inserta entre un empalme 30 como primer sustrato y una tubería 40 como segundo sustrato, para formar la conexión por ensamblaje, como se ilustra en la figura 6B.

El empalme 30 incluye un manguito que forma un receptáculo 35. El receptáculo 35 tiene un diámetro interior sustancialmente igual al diámetro exterior del elemento de acoplamiento 310, con un extremo libre 36.

Podría preverse cualquier ejemplo de conexión entre un receptáculo y una tubería, como un manguito recto, una T, un reductor, un tapón, un codo o cualquier otro ejemplo de conexión utilizado actualmente en fontanería.

Los elementos de tubería o empalmes pueden estar hechos de PERT, PEX, PVC, CPVC, PP, cobre, latón.

En este ejemplo, y como se muestra en la figura 6A, el elemento de acoplamiento 350 comprende una capa de calentadores impresos 350 intercalados entre una primera capa de polímero de transición 316 y una segunda capa de polímero de transición 317, y enrollados para su inserción dentro del receptáculo 35, con el contacto eléctrico 352, 353 permanecen accesibles, para proporcionar acceso a una fuente de energía.

Se pueden usar diferentes materiales de unión que tengan distintas propiedades, por ejemplo, colores diferentes, para la visualización del acoplamiento correcto.

En una segunda etapa S2, ilustrada con referencia a las figuras 6C, 6D y 6E, los contactos eléctricos 352, 353 están conectados a la fuente de energía, haciendo que el calentador impreso 350 se caliente y, de este modo, calentando el material de unión al menos hasta la temperatura de fusión, hasta la soldadura del material de unión del elemento de acoplamiento 10 a lo largo de las superficies de unión 13 y 14 del elemento de acoplamiento 310. Por ejemplo, el conector de una abrazadera de la fuente de alimentación se puede llevar a los conectores eléctricos 352, 353.

Más precisamente, en el ejemplo de las figuras 6A-6E, un anillo de conexión 80 se pone en contacto con los contactos eléctricos 352, 353, para rodear el extremo libre 36 del receptáculo. El anillo de conexión 80 está provisto de aberturas

periféricas 81, para la inserción de los conectores 91 correspondientes de una herramienta de suministro de energía, como una abrazadera de la fuente de alimentación 90. Una vez insertados, se puede aplicar una tensión en los contactos eléctricos 352, 353, a través de la herramienta de suministro de energía 90. Esto provoca el calentamiento del elemento de calentamiento 350 debido al efecto Joule y la fusión consecutiva del material de unión.

El acceso a la fuente de energía, es decir, los contactos eléctricos, puede retirarse después del ensamblaje. Por ejemplo, como se observa en la figura 6E, los contactos eléctricos 352, 353 también se ablandan durante el calentamiento, de manera que después de la soldadura, aplicando presión sobre el anillo de conexión 80, utilizando la abrazadera de la fuente de alimentación 90, se puedan romper tanto el anillo de conexión como los contactos eléctricos 352, 353 que interactúan con el anillo de conexión. Por lo tanto, los contactos eléctricos pueden romperse simplemente después/al retirar la abrazadera de la fuente de alimentación 90 después de la soldadura. Si no se realiza la soldadura, el anillo de conexión o los conectores no están blandos y no pueden romperse.

En los ejemplos de las figuras 6A-6E, el elemento de calentamiento es una resistencia impresa, y un anillo de conexión 80 está provisto de aberturas a través de las cuales los conectores de una abrazadera de suministro pueden entrar en contacto con los conectores eléctricos de los elementos de calentamiento. En la figura 7, el elemento de acoplamiento comprende una bobina de alambre de cobre incrustada en un material de unión, similar al elemento de acoplamiento 10 de la figura 1A. El elemento de acoplamiento se inserta entre un empalme 30 como primer sustrato y una tubería 40 como segundo sustrato, para formar la conexión por ensamblaje. El empalme 30 está provisto de aberturas 781 que permiten la conexión eléctrica de los conectores de la herramienta de suministro de energía 790.

En la figura 8 se muestra otro ejemplo más, en el que el elemento de acoplamiento comprende una nanolámina 250 incrustada en un material de unión, similar al elemento de acoplamiento 210 de la figura 2. El elemento de acoplamiento se inserta entre un empalme 30 como primer sustrato y una tubería 40 como segundo sustrato, para formar la conexión por ensamblaje. El empalme 830 está provisto de aberturas 881 que permiten la conexión eléctrica de los conectores de la herramienta de suministro de energía 890. En este ejemplo, la herramienta de suministro de energía 890 se utiliza para el encendido de la reacción exotérmica.

Se proporcionan indicadores visuales 895 en el empalme, que permiten la inspección visual. Un cambio de color de los indicadores puede indicar que se ha producido la soldadura.

El experto en la materia entiende que el alambre resistivo o los calentadores impresos permanecen en el acoplamiento después del ensamblaje. Ventajosamente, los elementos de calentamiento se pueden utilizar para su uso posterior, por ejemplo, para calentar el agua que fluye en un acoplamiento de este tipo. Son posibles otros usos electrónicos, como la integración de una antena impresa o RFID.

Debe entenderse que el elemento de calentamiento o la capa de soporte del elemento de calentamiento también se calientan y pueden deformarse durante el calentamiento. Esto puede desactivar la función de calentamiento para su uso posterior, o puede usarse para transformar el elemento de calentamiento. La transformación del elemento de calentamiento puede dar una indicación sobre la calidad de la soldadura.

De hecho, la transformación puede tener lugar durante una ventana de transformación en la que el elemento de calentamiento se deforma de una manera definida o conocida, indicando que la soldadura se ha completado. Por ejemplo, el elemento de calentamiento puede convertirse en una antena RFID.

En un aspecto de la invención, el sustrato es un elemento de tubería multicapa (MLP) que tiene un extremo libre y una sección de cuerpo de tubería principal. Puede ser ventajoso proporcionar el material de unión no solo para cubrir la sección del cuerpo de la tubería principal, sino también el extremo libre del elemento de tubería, para proteger el extremo de la tubería contra la corrosión o la degradación.

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un elemento de acoplamiento (10, 210, 310, 410) que comprende

- 5 - un cuerpo de acoplamiento (12) que tiene una primera superficie de unión (13), comprendiendo dicho cuerpo de acoplamiento (12) un material de unión soldable a una temperatura de fusión,
 - al menos un elemento de calentamiento (50, 250, 350), proporcionado para calentar el material de unión a una temperatura igual o mayor que la temperatura de fusión, estando el al menos un elemento de calentamiento encapsulado con el material de unión o provisto en la primera superficie de unión,
 10 - siendo dicho material de unión un polímero de transición,
 - en donde el material de unión está provisto de un agente espumante, preferentemente dentro del material de unión, en donde el agente espumante tiene una temperatura de activación de modo que el agente espumante puede activarse por el calor generado por el elemento de calentamiento en el material de unión durante la fase fundida,
 15 - **caracterizado por que** el elemento de calentamiento es permeable al material de unión.

2. El elemento de acoplamiento según la reivindicación 1, en donde el material de unión comprende una primera capa de material de unión en la primera superficie de unión, y en donde el al menos un elemento de calentamiento se proporciona en dicha primera capa de material de unión, ya sea directamente o en una capa de soporte.

20 3. El elemento de acoplamiento según la reivindicación 1 o 2, en donde el al menos un elemento de calentamiento comprende una resistencia que se puede calentar por efecto Joule o inducción, en particular un alambre resistivo tal como un alambre en zigzag.

25 4. El elemento de acoplamiento según la reivindicación 3, en donde el material de unión y/o el material de soporte pueden llenarse con partículas conductoras que permiten dirigir el calor en el material de unión.

 5. El elemento de acoplamiento según la reivindicación 3 o 4, en donde la resistencia está hecha de electrónica impresa preferentemente hecha de tinta conductora, en donde la electrónica impresa está encapsulada dentro del material de unión o ubicada en la primera superficie de unión.

30 6. El elemento de acoplamiento según la reivindicación 1 o 2, en donde el al menos un elemento de calentamiento comprende una nanolámina conductora.

35 7. El elemento de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material de unión comprende además una segunda capa (317) de material de unión, en donde el al menos un elemento de calentamiento está intercalado entre la primera y la segunda capa del material de unión, en particular, en donde el al menos un elemento se proporciona en una capa de soporte intercalada entre la primera capa y la segunda capa.

40 8. El elemento de acoplamiento según la reivindicación anterior, en donde la primera capa de material de unión comprende un primer material de transición y la segunda capa de material de unión comprende un segundo material de transición.

45 9. El agente de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la temperatura de activación del agente espumante es igual a o mayor que la temperatura de fusión del material de unión.

 10. El elemento de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el agente espumante se proporciona dentro de un material de encapsulación cargado con dicho agente espumante y encapsulado dentro del material de unión, en donde el material de encapsulación se elige para ser compatible con la temperatura de fusión del material de unión y el agente espumante y la temperatura de activación.

50 11. El elemento de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una primera capa de material termofusible mezclado con un primer aditivo y una segunda capa de material termofusible mezclado con un segundo aditivo se proporcionan opuestos entre sí en ambos lados del elemento de calentamiento, en donde el primer aditivo y el segundo aditivo, cuando están en contacto, pueden reaccionar para formar un gas inerte.

 12. El elemento de acoplamiento de la reivindicación anterior, en el que el primer aditivo es un componente de la familia del ácido policarboxílico como ácido cítrico, y el segundo aditivo es un componente de la familia del carbonato inorgánico, por ejemplo, bicarbonato de sodio.

60 13. El elemento de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una porción de suministro de energía, en particular conectores, para suministrar energía de calentamiento al elemento de calentamiento.

65 14. El elemento de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento de calentamiento está provisto de orificios a través de los cuales puede fluir el material de unión fundido.

15. El elemento de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para disponerse en forma de manguito/anillo, con extremos configurados para acoplarse mutuamente para mantener la forma del manguito/anillo.

5 16. Un conjunto de acoplamiento (1) que comprende un elemento de acoplamiento (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y un primer sustrato ensamblado en la primera superficie de unión.

10 17. El conjunto de acoplamiento según la reivindicación anterior, que comprende un segundo sustrato, en donde el primer sustrato y el segundo sustrato se unen entre sí a través de dicho elemento de acoplamiento mediante el material de unión soldado al soldar el material de unión, preferentemente en donde el segundo sustrato está ensamblado en una segunda superficie de unión en un lado opuesto del cuerpo de acoplamiento con respecto a la primera superficie de unión.

15 18. Un método para acoplar un primer sustrato a un elemento de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, que comprende las etapas de:

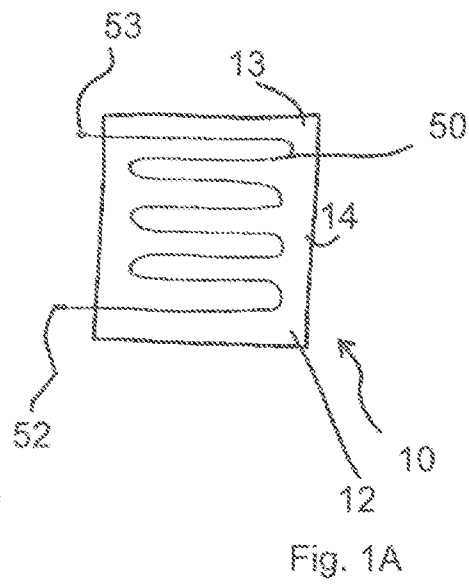
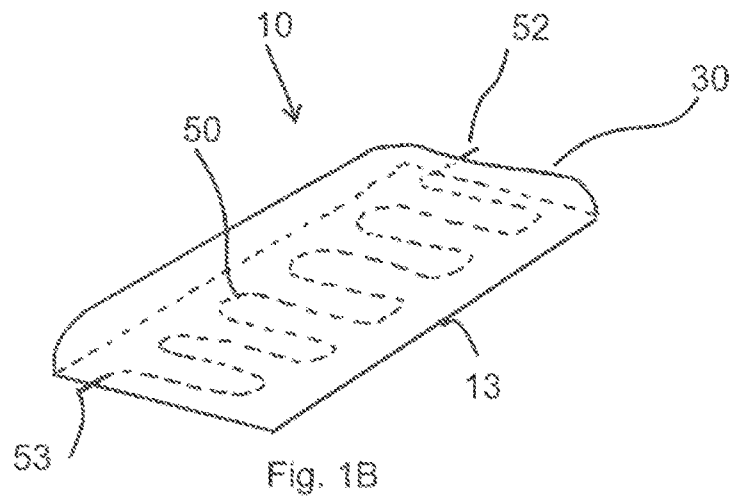
- unir el primer sustrato en el elemento de acoplamiento
 - proporcionar energía al al menos un elemento de calentamiento para provocar el calentamiento del material de unión hasta la temperatura de fusión, para obtener un conjunto de acoplamiento, en donde el elemento de calentamiento es permeable al material de unión,
- 20

en donde el método comprende activar un agente espumante por el calor generado por el elemento de calentamiento en el material de unión durante la fase fundida, para espumar el material de unión.

25 19. Un método de la reivindicación 18, en donde el agente espumante se proporciona dentro de un material de encapsulación cargado con dicho agente espumante y encapsulado dentro del material de unión, en donde el material de encapsulación se elige para ser compatible con la temperatura de fusión del material de unión y el agente espumante y la temperatura de activación.

30 20. Un método de la reivindicación 18 o 19, que comprende proporcionar una primera capa de material termofusible mezclado con un primer aditivo y una segunda capa de material termofusible comprende un material termofusible mezclado con un segundo aditivo, de modo que la primera y segunda capa son opuestas entre sí en ambos lados del elemento de calentamiento, causando la reacción del primer y segundo aditivo durante el calentamiento, produciendo así un gas inerte que da como resultado a su vez la formación de espuma del material termofusible.

35 21. El método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 20, que comprende la etapa de desactivar el elemento de calentamiento tras la finalización de la unión, en particular desactivar irreversiblemente el elemento de calentamiento.



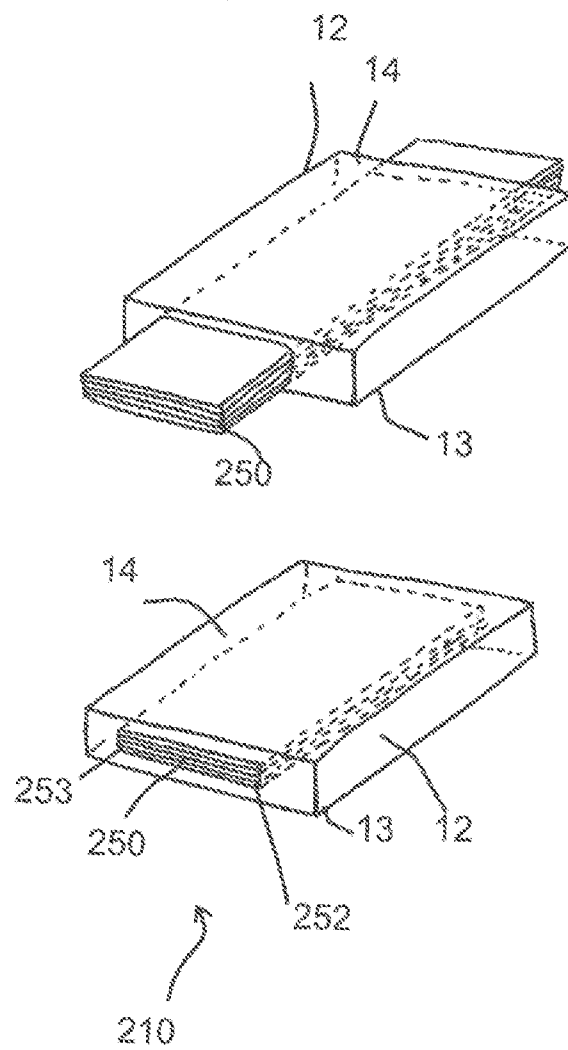
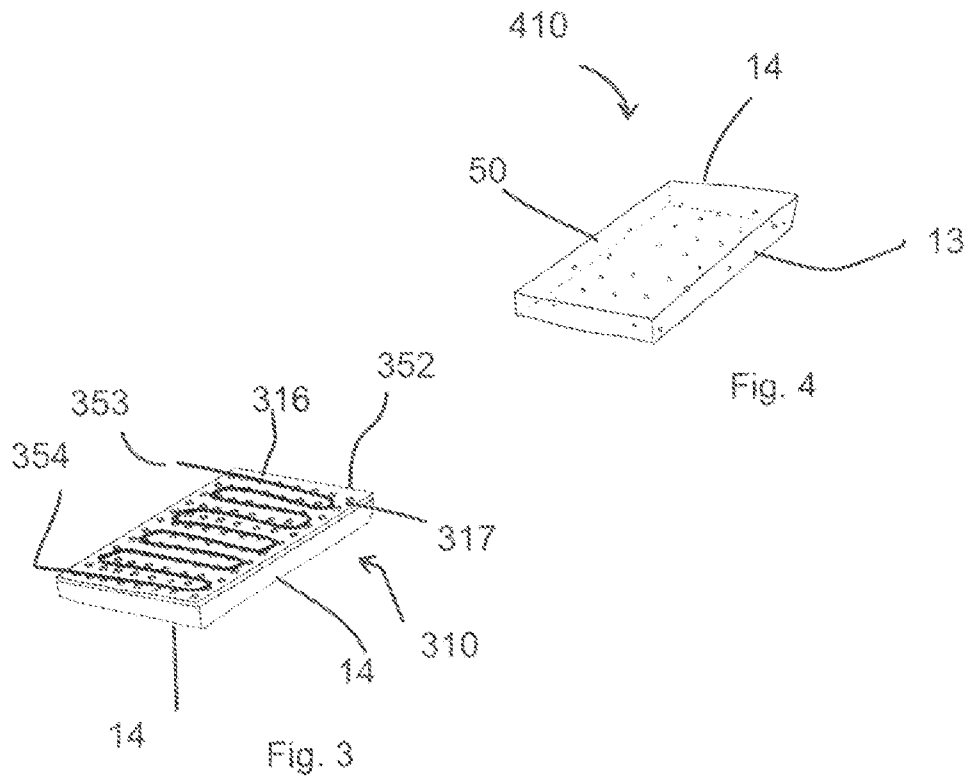


Fig. 2



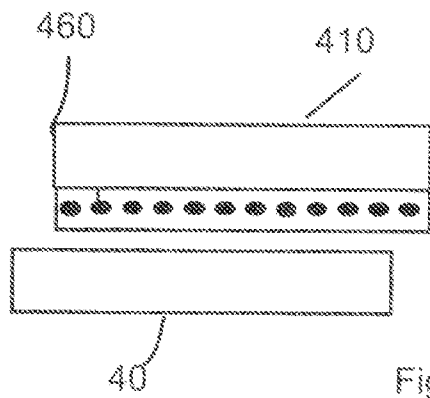


Fig. 4B

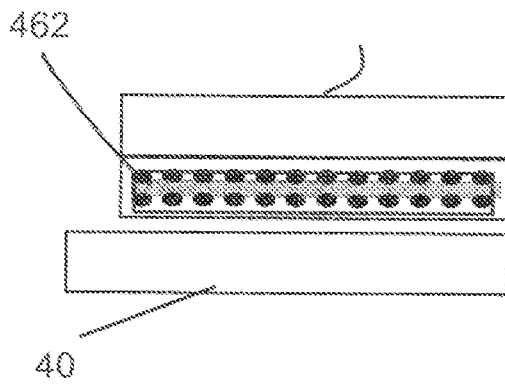
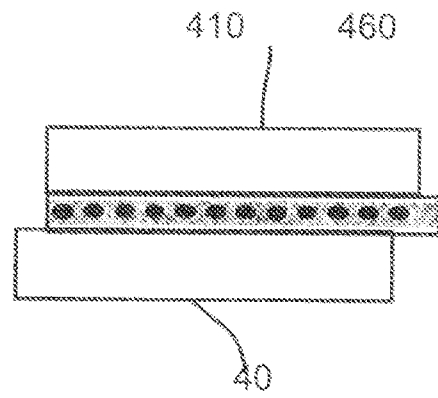


Fig. 4C

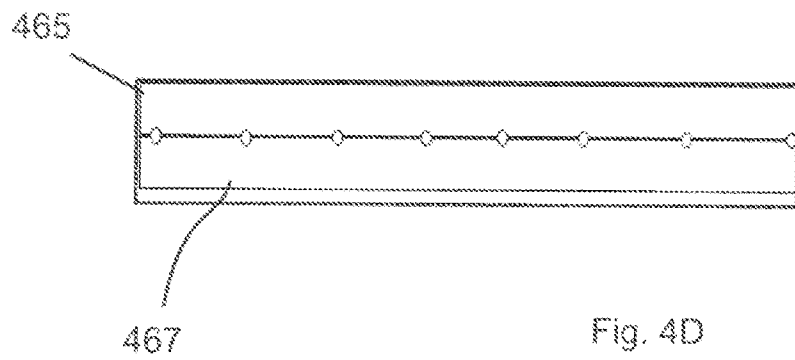
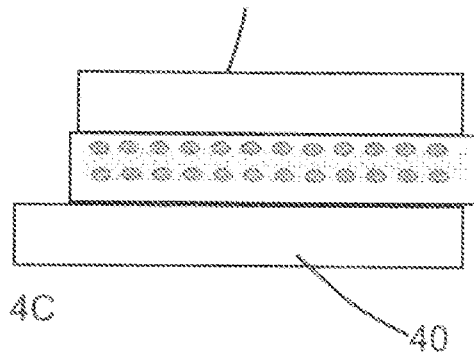


Fig. 4D

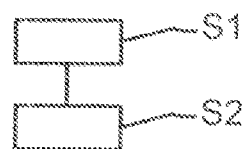


Fig. 5

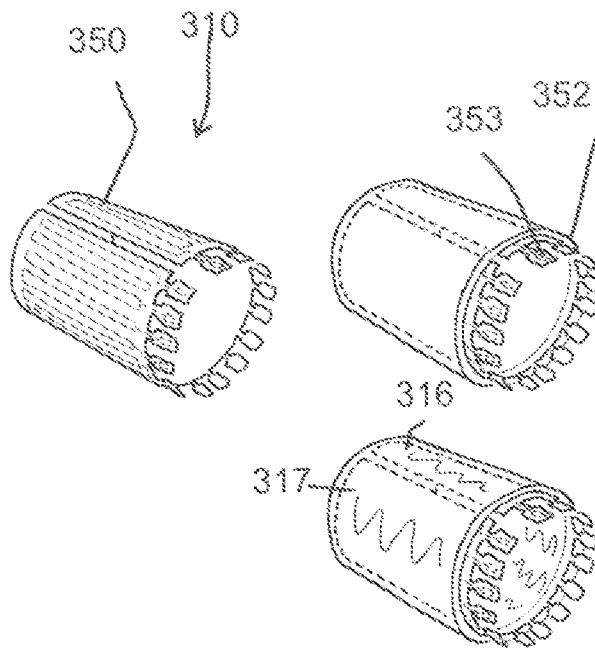


Fig. 6A

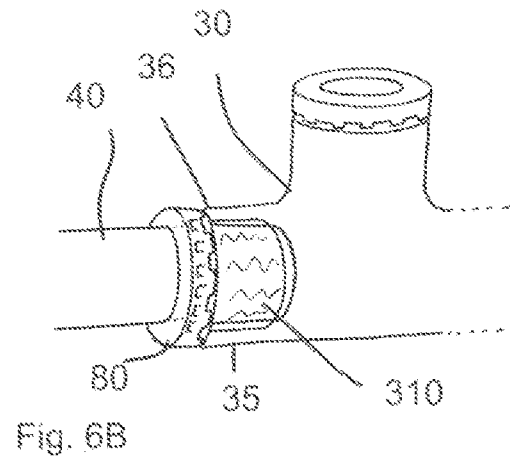


Fig. 6B

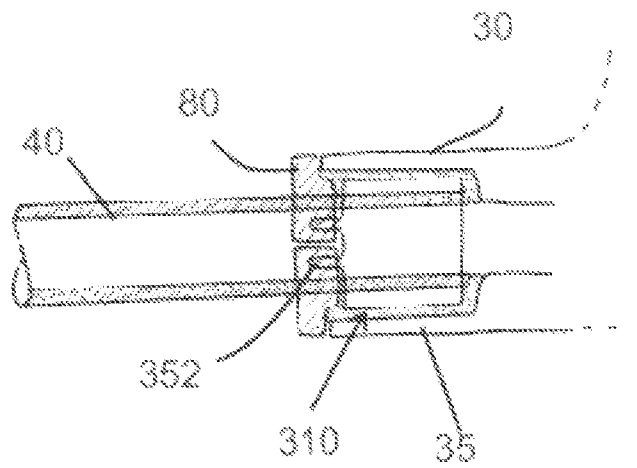


Fig. 6C

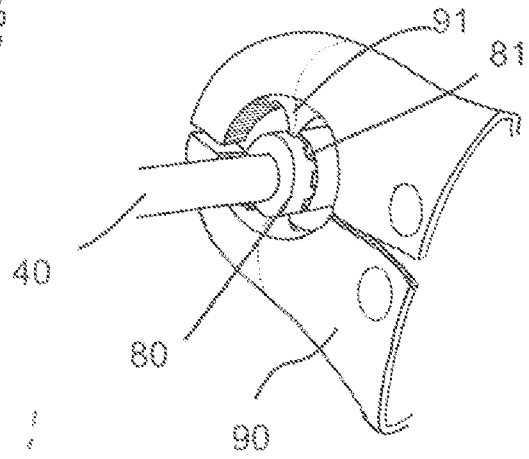
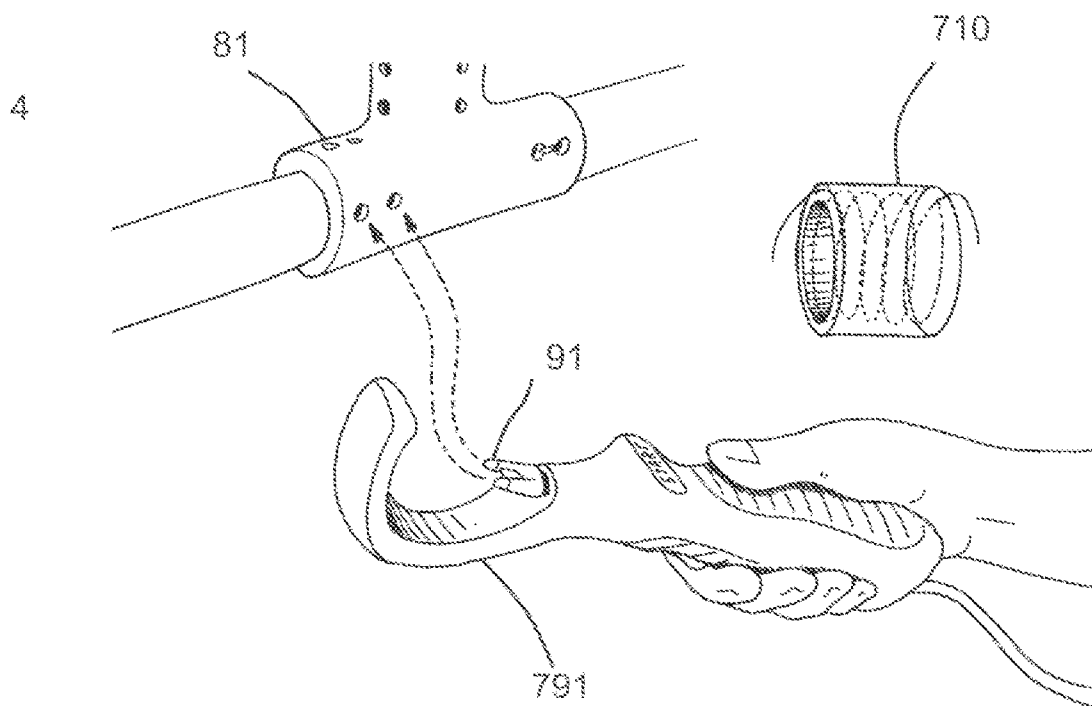
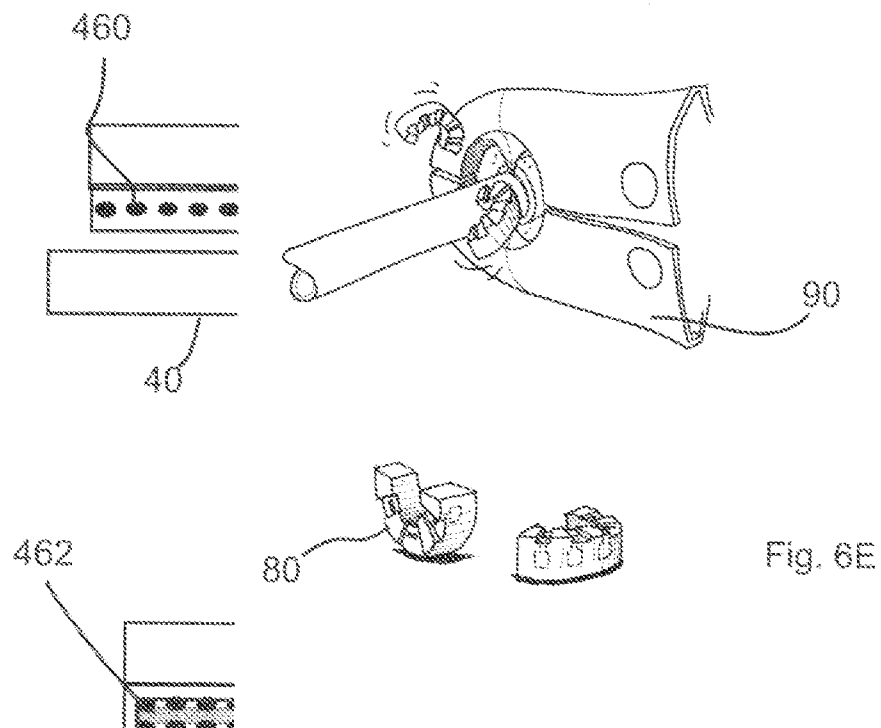


Fig. 6D



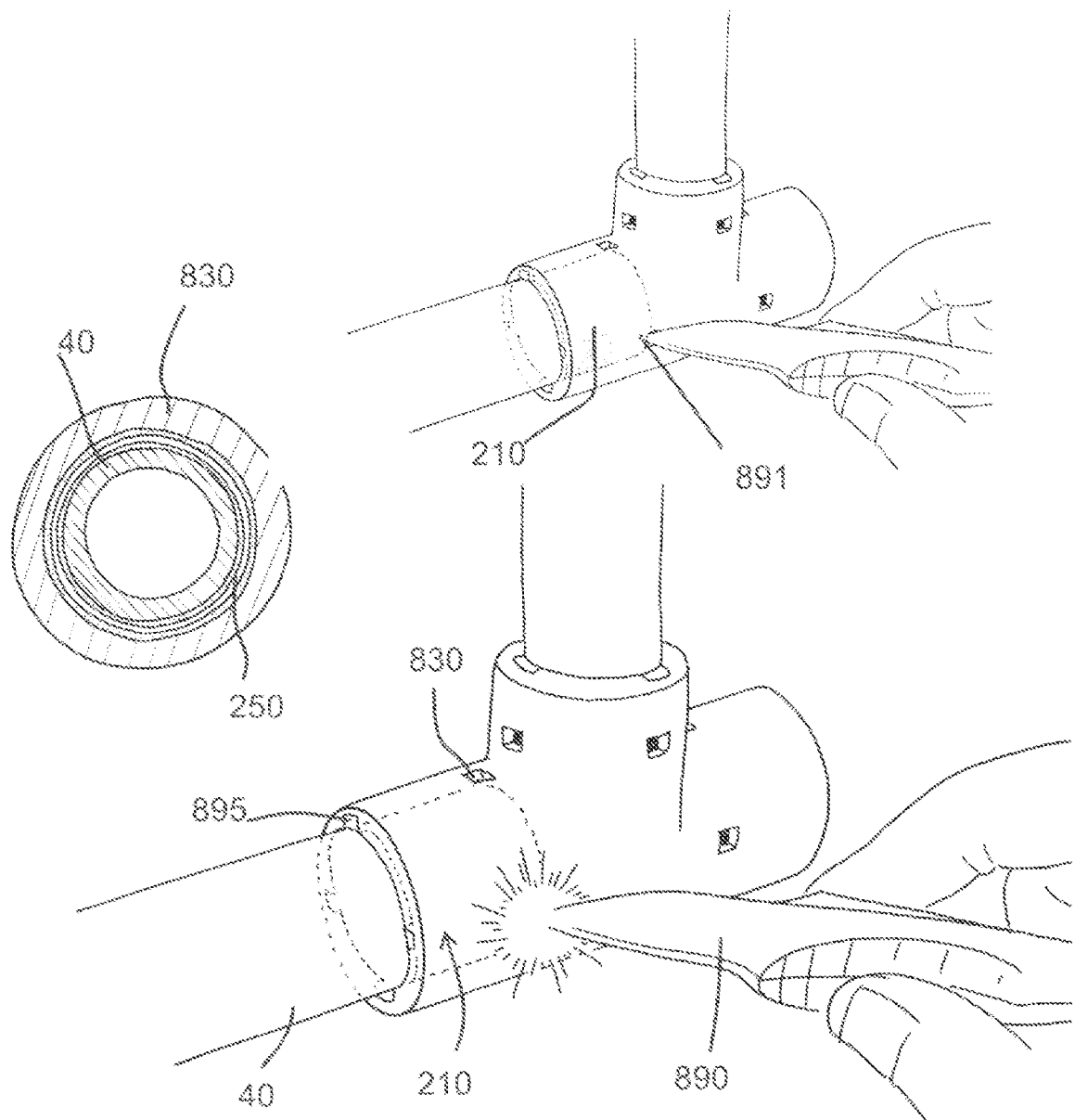


Fig. 8