

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 857 579**

51 Int. Cl.:

**B21C 37/06** (2006.01)

**B21C 37/15** (2006.01)

**B21C 33/00** (2006.01)

**F16L 13/007** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2017 PCT/EP2017/084513**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018 WO18115501**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2017 E 17823160 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2021 EP 3558554**

54 Título: **Un tubo de conexión y su método de fabricación**

30 Prioridad:

**23.12.2016 EP 16206891**

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

**29.09.2021**

73 Titular/es:

**SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY AB  
(100.0%)  
811 81 Sandviken, SE**

72 Inventor/es:

**ERIKSSON, OLLE y  
HÄLL, HENRIK**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 857 579 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

Un tubo de conexión y su método de fabricación

### Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere a un tubo de conexión para conectar dos tubos según el preámbulo de la reivindicación 1. Además, se refiere a un método para fabricar tal tubo de conexión según el preámbulo de la reivindicación 5, un método para conectar dos tubos de diferentes aleaciones, y un producto tubular que comprende un tubo de conexión.

### Antecedentes y técnica anterior

10 Para muchas aplicaciones industriales, existe la necesidad de unir tubos de diferentes aleaciones y formar un producto tubular que se compone de varias partes de tubo. Esto puede ser, por ejemplo, para ahorrar costes, ya que una parte de un tubo puede estar expuesta a condiciones más exigentes que otra parte del tubo, que por lo tanto se puede fabricar con una aleación menos costosa. También puede ser para adaptar tubos que probablemente estén sujetos a condiciones exigentes que varían a lo largo del tubo, como condiciones altamente corrosivas a lo largo de una parte del tubo y condiciones que requieren una alta resistencia mecánica a lo largo de otra parte del tubo.

15 El documento GB1258141, que forma la base del preámbulo de la reivindicación 1, divulga un método para unir dos tubos de diferentes aleaciones que son difíciles de unir mediante soldadura. Según este método, se produce un tubo de conexión que tiene una primera parte terminal de una primera aleación, compatible con la aleación de uno de los tubos, y una segunda parte terminal de una segunda aleación, compatible con la aleación de la otra de los tubos. Entre las partes terminales, hay una parte media en la que la primera aleación forma una capa exterior y la segunda aleación forma una capa interior anular. Se ha formado una unión metálica entre las capas por medio de extrusión en caliente. A continuación, los dos tubos pueden soldarse a las respectivas partes terminales del tubo de conexión.

20 La producción del tubo de conexión divulgado en el documento GB1258141 implica formar un tubo compuesto que tiene una capa exterior anular de la primera aleación y una capa interior anular de la segunda aleación. El diámetro de una primera parte terminal del tubo compuesto se reduce, de modo que se forma una parte con un diámetro que disminuye gradualmente entre la primera parte terminal y una parte media del tubo de material compuesto. A continuación, la capa interior anular se retira de la primera parte terminal y la capa exterior anular se retira de la segunda parte terminal. Para fabricar el tubo compuesto, se proporcionan dos componentes tubulares, en donde uno de los componentes se inserta en el otro componente para formar una palanquilla. Las estrías longitudinales se usan para proporcionar un enclavamiento mecánico entre los componentes. El tocho está encerrado en una caja de metal toroidal que forma un sello hermético al vacío alrededor de la palanquilla. Sin embargo, encerrar el tocho en una caja con bomba de vacío es complicado, costoso y difícil de implementar en una línea de producción.

### Compendio

35 En vista de las dificultades mencionadas anteriormente, es deseable proporcionar medios para unir dos tubos de aleaciones que son difíciles de unir por soldadura, lo que es al menos en algún aspecto mejorado con respecto a tales medios previamente conocidos.

40 Según un primer aspecto de la presente divulgación, esto se logra por medio de la conexión como se define en la reivindicación 8, en donde la capa interior anular y la capa exterior anular están entrelazadas mecánicamente por medio de al menos una rosca que se extiende helicoidalmente formada en una interfaz entre dichas capas y porque dicha interfaz también tiene una unión metálica que se forma entre las secciones roscadas. Por el término "tubo de conexión" se entiende un tubo que formará un medio para conectar dos tubos de diferentes materiales. Así, un tubo de conexión es un tubo que se utiliza para conectar dos tubos de diferentes aleaciones y que también permitirá soldar entre aleaciones compatibles en los extremos del tubo de conexión. Por diferentes aleaciones se entiende que la composición de las aleaciones será diferente, por ejemplo, los intervalos de elementos de aleación diferirán o la composición puede contener al menos un elemento de aleación diferente.

45 Además, el tubo de conexión según la presente divulgación se puede producir eficazmente en comparación con los tubos de conexión fabricados según métodos previamente conocidos. El tubo de conexión también es muy estable debido a la combinación de la unión metálica y el enclavamiento mecánico proporcionado por la rosca que se extiende helicoidalmente, que aumentará el área interfacial entre las capas anulares interiores y exteriores anulares. Además, la combinación de un enclavamiento mecánico en la forma de una rosca que se extiende helicoidalmente y una unión metálica entre las capas es beneficiosa para la capacidad del tubo de conexión para resistir fuerzas elevadas. La rosca que se extiende helicoidalmente forma un enclavamiento eficaz y también aumenta el área interfacial, lo que contribuirá a una mejor distribución de las fuerzas aplicadas al tubo de conexión en comparación con un tubo de conexión sin tal rosca que se extienda helicoidalmente. Por lo tanto, el tubo de conexión podrá soportar fuerzas más elevadas en la interfaz entre las capas.

55 La unión metálica se forma mediante extrusión en caliente. El enclavamiento mecánico entre las capas se proporciona antes del trabajo en caliente. El enclavamiento mecánico en forma de rosca helicoidal formará un sello que evitará la

- 5 entrada de oxígeno entre las capas interiores anulares y exteriores anulares durante el trabajo en caliente, y también mantendrá los componentes que formarán las capas interiores y exteriores anulares juntas durante el trabajo en caliente. El enclavamiento mecánico permite así conseguir el tubo de conexión propuesto sin tener que usar una caja con bomba de vacío que encierra una pieza de trabajo que se va a extruir para formar un tubo compuesto a partir del que se forma el tubo de conexión. Por tanto, el tubo de conexión se puede formar sin soldadura.
- Los diámetros exteriores del tubo de conexión pueden ser diferentes o iguales en la primera y la segunda partes terminales respectivamente, dependiendo de las dimensiones de los tubos que se van a conectar por medio del tubo de conexión y las propiedades deseadas del tubo de conexión.
- 10 El tubo de conexión propuesto está configurado para unir un tubo a la primera parte terminal del tubo de conexión y otro tubo a la segunda parte terminal del tubo de conexión. Los tubos se pueden unir a las respectivas partes terminales por medio de soldadura o por medios mecánicos, tales como por acoplamiento roscado. También es posible usar una combinación de aquellas técnicas.
- 15 Según la invención, un diámetro interior en la primera parte terminal es igual a un diámetro interior en la segunda parte terminal. El diámetro interior puede ser constante o esencialmente constante a lo largo del eje longitudinal. Por tanto, el tubo de conexión tiene propiedades adecuadas para lograr un flujo laminar de fluido a través del tubo de conexión. Por "esencialmente constante" se entiende en el presente documento una variación de menos de  $\pm 10\%$  de un diámetro interior medio.
- 20 Según la invención, la parte media tiene un espesor de pared mayor que cada una de las partes terminales. Por ejemplo, el diámetro exterior del tubo de conexión puede ser mayor en la parte media que en cada una de las partes terminales, mientras que el diámetro interior es el mismo a lo largo del tubo de conexión. De este modo se puede lograr una interfaz más grande entre las capas interiores y exteriores anulares.
- 25 Según una realización, al menos una de las partes terminales está provista de una rosca interna o externa adaptada para el acoplamiento roscado con un extremo roscado de un tubo. De este modo, el tubo de conexión está adaptado para la conexión de aleaciones que son intrínsecamente difíciles de unir mediante soldadura. Por ejemplo, una junta roscada de este tipo puede ser útil para unir un tubo de aleación de hierro, cromo y aluminio (FeCrAl) a una primera parte terminal hecha de la misma aleación. Si la segunda parte terminal del tubo de conexión es, p. ej., un acero al carbono, un tubo de acero al carbono se puede unir a la segunda parte terminal por medio de soldadura.
- Según otro aspecto, la divulgación se refiere a un método para fabricar un tubo de conexión para conectar dos tubos de diferentes aleaciones, como se define en la reivindicación 1.
- 30 Al enclavar mecánicamente el componente de base y el componente exterior por medio de un acoplamiento roscado antes del trabajo en caliente, se forma un sello mecánico. Además, el roscado creará una gran área de contacto entre las superficies del componente de base anular y el componente anular, ya que el área de contacto se volverá mayor, por lo que también aumentará el área donde se formarán las uniones metálicas. Por tanto, se mejorarán las condiciones para formar un enlace metálico. Además, se ha constatado que el sello mecánico proporcionado por el roscado es suficiente para evitar que entre oxígeno entre el componente de base anular y el componente exterior anular. El roscado helicoidal también evita eficazmente que los componentes se separen y se deslicen durante el trabajo en caliente.
- 35 La base anular y componentes exteriores pueden configurarse de modo que, cuando el componente exterior anular se ha roscado sobre el componente de base anular, se evita un movimiento axial adicional del componente exterior con respecto al componente de base. Para este propósito, se puede proporcionar un medio de detención en un extremo de la sección roscada exteriormente del componente de base, evitando que un extremo delantero del componente exterior durante el roscado avance más. Un medio de detención de este tipo puede ser, por ejemplo, una sección con un diámetro exterior mayor que el diámetro exterior en la sección roscada exteriormente, o un miembro de detención que sobresale exteriormente. Una alternativa es proporcionar un medio de detención en un extremo trasero de la sección roscada interiormente, evitando que el extremo trasero avance más sobre el componente de base en la dirección axial. Un medio de detención de este tipo puede tener la forma de una sección con un diámetro interior más pequeño que el diámetro interior en la sección roscada interiormente, o un elemento de detención que sobresale interiormente.
- 40 Según el método propuesto, se forma una unión metálica entre la base anular y los componentes exteriores durante el trabajo en caliente mientras se mantiene el enclavamiento mecánico. El enclavamiento mecánico, que puede verse como una hélice formada en una interfaz entre las capas interiores y exteriores anulares del tubo de conexión, aumenta el área de la interfaz y, por lo tanto, puede contribuir a una mejor distribución de las fuerzas aplicadas al tubo de conexión en comparación con un tubo de conexión sin tal hélice. Por tanto, los tubos de conexión fabricados según el método propuesto pueden soportar una carga más elevada en la interfaz.
- 45 La unión metálica se forma por medio de extrusión en caliente.
- 50 Según una realización, el tubo compuesto tiene una dimensión definida por un diámetro exterior, un diámetro interior y un diámetro interfacial, y la etapa de trabajar la primera parte terminal del tubo compuesto se lleva a cabo de manera
- 55

que el diámetro interfacial del primer parte terminal corresponde al diámetro interior de la parte media. Esto puede conseguirse, por ejemplo, por medio de compresión o estiramiento del tubo y facilita la formación de un tubo de conexión que tiene un diámetro interior constante a lo largo del eje longitudinal.

5 Según una realización, el método como se define en este documento comprende opcionalmente una etapa de trabajar la segunda parte terminal. Esto se puede llevar a cabo de manera que el diámetro interfacial de la segunda parte terminal corresponda a un diámetro exterior de la primera parte. Esto se puede conseguir, por ejemplo, mediante expansión o recalado y facilita la formación de un tubo de conexión que tiene un diámetro interior constante a lo largo del eje longitudinal. Por tanto, se pueden trabajar tanto la primera como la segunda parte terminal y el trabajo puede ser el mismo o diferente. Según una realización, la etapa de eliminar la capa interior anular comprende mecanizado de corte y/o mecanizado abrasivo. Según una realización, la etapa de eliminar la capa exterior anular comprende mecanizado de corte y/o mecanizado abrasivo. El mecanizado de corte y el mecanizado abrasivo pueden eliminar eficazmente las partes deseadas de la(s) capa(s) anular interior y/o exterior.

15 Según una realización, la sección roscada exteriormente se extiende a lo largo de la longitud axial completa del componente de base anular. Por tanto, el componente de base anular es muy adecuado para formar un tubo compuesto de doble capa con ambas capas extendiéndose a lo largo de la longitud axial completa del tubo. Como se comentó anteriormente, se puede proporcionar un medio de detención. Según una realización, la sección roscada interiormente se extiende a lo largo de una longitud axial completa del componente exterior anular. Si las secciones roscadas tienen longitudes iguales, se minimizará el riesgo de que entre oxígeno entre los componentes y las condiciones son muy adecuadas para formar una unión metálica entre las capas interiores y exteriores anulares del tubo compuesto.

Según la invención, la etapa de trabajar en caliente comprende extrusión en caliente. La extrusión en caliente es adecuada para formar una unión metálica entre el componente de base anular y el componente exterior anular mientras que al mismo tiempo alarga y reduce eficazmente el diámetro exterior de la pieza de trabajo.

25 Según una realización, la primera aleación se selecciona de una aleación de acero inoxidable, una aleación a base de níquel, una aleación de hierro, cromo y aluminio, una aleación de acero al carbono, una aleación de circonio, una aleación de aluminio, una aleación de cobre o una aleación de titanio.

Según una realización, la segunda aleación tiene una composición diferente a la primera aleación y se selecciona de una aleación de acero inoxidable, una aleación a base de níquel, una aleación de hierro, cromo y aluminio, una aleación de acero al carbono, una aleación de circonio, una aleación de aluminio, una aleación de cobre o una aleación de titanio. La primera y la segunda aleaciones deben seleccionarse de modo que coincidan con las aleaciones del tubo que se van a conectar por medio del tubo de conexión.

Según otro aspecto que no entra dentro del alcance de la protección, la divulgación se refiere a un método para conectar dos tubos de diferentes aleaciones, que comprende las etapas de:

- 35 • proporcionar el tubo de conexión propuesto, en donde la primera aleación es compatible con una aleación del primero de dichos dos tubos, y en donde la segunda aleación es compatible con una aleación del segundo de dichos dos tubos,
- Unir el primer tubo y la primera parte terminal del tubo de conexión juntos,
- Unir el segundo tubo y la segunda parte terminal del tubo de conexión juntos.

40 Según un aspecto que no entra dentro del alcance de la protección, unir al menos uno del primer tubo y el segundo tubo con el tubo de conexión comprende soldar.

Según otro aspecto que no entra dentro del alcance de la protección, la divulgación se refiere a un producto tubular que comprende un primer tubo, un segundo tubo y el tubo de conexión propuesto, en donde el primer tubo se une con la primera parte terminal del tubo de conexión, y en donde el segundo tubo está unido con la segunda parte terminal del tubo de conexión.

45 Según un aspecto que no entra dentro del alcance de la protección, se forma una junta soldada entre el tubo de conexión y al menos uno del primer tubo y el segundo tubo. Otras características ventajosas, así como ventajas de la divulgación aparecerán a partir de la siguiente descripción.

### Breve descripción de los dibujos

50 Las realizaciones de la divulgación, que no deben interpretarse como limitantes, se describirán a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

Fig. 1 muestra esquemáticamente una sección transversal longitudinal de un tubo de conexión según una realización,

- Fig. 2 es una imagen en sección transversal longitudinal de una parte de un tubo de conexión según una realización,
- Fig. 3 muestra esquemáticamente un tubo compuesto fabricado usando etapas del método propuesto,
- 5 Fig. 4 es un diagrama de flujo que ilustra una realización del método propuesto para fabricar un tubo de conexión,
- Figura 5a-c mostrar esquemáticamente un componente de base y un componente exterior usados en una realización del método propuesto,
- Fig. 6 muestra esquemáticamente una sección transversal longitudinal de partes de un componente de base y un componente interior usados en una realización del método propuesto,
- 10 Fig. 7 muestra esquemáticamente una sección transversal longitudinal de un tubo compuesto fabricado usando etapas del método propuesto, y
- Fig. 8 muestra esquemáticamente una sección transversal longitudinal de un producto tubular según una realización.

### Descripción detallada

15 En la fig. 1 se muestra un tubo 1 de conexión según una realización de la presente descripción. El tubo 1 de conexión tiene un orificio pasante central que se extiende a lo largo de un eje A longitudinal y tiene una primera parte 2 terminal de una primera aleación y una segunda parte 3 terminal de una segunda aleación. Entre las partes terminales, se extiende una parte 4 media que es de doble capa. En la parte 4 media, la segunda aleación forma una capa 5 interior anular y la primera aleación forma una capa 6 exterior anular. Se ha formado una unión metálica entre las capas 5, 6 interior y exterior anulares. Las capas 5, 6 interior y exterior anulares están entrelazados mecánicamente por medio de al menos una rosca 7 que se extiende helicoidalmente formada en una interfaz entre dichas capas 5, 6. La rosca 7 que se extiende helicoidalmente se muestra en la fig. 2, que muestra una imagen en sección transversal de una parte de un tubo 1 de conexión según una realización de la presente divulgación.

25 El tubo 1 de conexión tiene un diámetro interior que es constante a lo largo del tubo 1 de conexión, es decir, en la primera parte 2 terminal, la parte 4 media y la segunda parte 3 terminal. El diámetro interior también puede variar a lo largo del tubo de conexión, de modo que una de las partes terminales tiene un diámetro interior mayor que la otra parte terminal. El tubo 1 de conexión tiene adicionalmente un diámetro exterior que es mayor en la parte 4 media que en las partes 2, 3 terminales. Por lo tanto, el espesor de pared del tubo 1 de conexión es mayor en la parte 4 media que en las partes 2, 3 terminales. En la realización mostrada, el espesor de pared en la parte 4 media puede ser aproximadamente el doble del espesor de pared en las partes 2, 3 terminales.

30 En un método para fabricar un tubo 1 de conexión según una realización de la divulgación, un tubo 101 compuesto como se muestra en la fig. 3 se fabrica en primer lugar, que tiene una capa 102 exterior anular y una capa 103 interior anular y que se extiende a lo largo del eje A longitudinal. Un método para fabricar un tubo 1 de conexión se ilustra esquemáticamente en la fig. 4. También se hace referencia a las figs. 5a-c, que muestran un componente 301 de base y un componente 401 exterior usados en el proceso, y a las figs. 6-8.

35 En una primera etapa 1, se proporciona un componente 301 de base de la segunda aleación, que va a formar la capa 5 interior del tubo 1 de conexión mostrado en la fig. 1. El componente 301 de base es un tubo de sección transversal circular, que tiene un orificio pasante central que se extiende a lo largo del eje A longitudinal. Se proporciona una sección 302 roscada exteriormente, que tiene una rosca 306 helicoidal (véase la fig. 5b) formada en una superficie periférica exterior del componente 301 de base. La sección roscada puede extenderse sobre todo el componente de base o sobre una parte del componente de base. En la realización mostrada en las figs. 5a-c, se extiende sobre una parte terminal del componente 301 de base, constituyendo una parte principal del componente de base. El componente 301 de base mostrado también tiene una sección 303 no roscada relativamente corta adyacente a la sección 302 roscada. Un diámetro interior del componente de base es constante o esencialmente constante a lo largo del eje longitudinal, pero un diámetro exterior D1 de la sección 303 no roscada es mayor que un diámetro D2 exterior de la sección 302 roscada.

40 En una segunda etapa 2, se proporciona un componente 401 exterior de la primera aleación. El componente 401 exterior también es un tubo de sección transversal circular, que tiene un orificio pasante central que se extiende a lo largo del eje A longitudinal. En la realización mostrada, el componente 401 exterior tiene una longitud en la dirección longitudinal correspondiente a una longitud de la sección 302 roscada del componente 301 de base. El componente 401 exterior tiene una sección 402 roscada interiormente, en la realización mostrada que se extiende a lo largo de la longitud completa del componente 401 exterior. En otras palabras, una rosca 406 helicoidal (véase fig. 5c) se forma en una superficie periférica interior del componente 401 exterior. El componente 401 exterior está configurado por tanto para acoplamiento roscado con la sección 302 roscada exteriormente del componente 301 de base. Un diámetro D3 exterior del componente 401 exterior es igual o esencialmente igual al diámetro D1 de la sección 303 no roscada del componente 301 de base, mientras que un diámetro d2 interior del componente 401 exterior coincide con el

diámetro D2 exterior de la sección 302 roscada del componente 301 de base.

5 En una tercera etapa 3, se forma una pieza de trabajo tubular montando el componente 401 exterior alrededor del componente 301 de base de manera que la sección 402 roscada interiormente del componente 401 exterior esté en acoplamiento con la sección 302 roscada exteriormente del componente 301 de base, es decir, enroscando el componente 401 exterior en la parte terminal roscada del componente 301 de base. De este modo se forma un enclavamiento mecánico entre las secciones 302, 402 roscadas.

10 En una cuarta etapa 4, la pieza de trabajo formada en la tercera etapa 3 se trabaja en caliente, p. ej., por medio de extrusión en caliente. Durante el trabajo en caliente, se forma una unión metálica entre las secciones 302, 402 roscadas mientras se mantiene el enclavamiento mecánico. También se reduce el diámetro exterior de la pieza de trabajo y se forma un tubo compuesto. El tubo de material compuesto se puede enderezar y/o decapar después del trabajo en caliente.

15 En una quinta etapa 5, el tubo compuesto se corta en una longitud adecuada, por ejemplo, cortando los extremos del tubo compuesto para eliminar posibles defectos y características no deseadas. Una parte media del tubo compuesto, correspondiente al tubo 101 compuesto mostrado en la fig. 3, se puede utilizar posteriormente en las siguientes etapas. El tubo 101 compuesto tiene una dimensión definida por un diámetro  $\Phi 1$  exterior, un diámetro  $\Phi 2$  interior y un diámetro  $\Phi 3$  interfacial.

20 En una sexta etapa 6, se trabaja una primera parte 104 terminal del tubo 101 compuesto, cuya primera parte 104 terminal formará la primera parte 2 terminal del tubo 1 de conexión, de manera que los diámetros  $\Phi 1$ ,  $\Phi 2$  interior y exterior del tubo 101 compuesto disminuyen gradualmente desde una parte 105 media del tubo compuesto hacia la primera parte 104 terminal tal como se muestra esquemáticamente en la fig. 7. Esto se puede lograr, por ejemplo, comprimiendo la primera parte 104 terminal o expandiendo la segunda parte 106 terminal.

En una séptima etapa 7, la capa 103 interior anular se elimina de la primera parte 104 terminal, por lo que se obtiene un diámetro  $\Phi 2$  interior aumentado, por ejemplo, mediante mecanizado de corte.

25 En una octava etapa 8, la capa 102 exterior anular se elimina de una segunda parte 106 terminal del tubo 101 compuesto, por ejemplo, mediante mecanizado de corte, formando así un tubo 1 de conexión que tiene una primera parte 2 terminal de la primera aleación y una segunda parte 3 terminal de la segunda aleación, tal como se muestra en la fig. 1. Si se desea, una o ambas partes terminales pueden estar provistas de una rosca interna o externa adaptada para el acoplamiento roscado con un extremo roscado de un tubo. Alternativamente, las partes terminales pueden configurarse para unirse con otros tubos por medio de soldadura.

30 Los componentes 301, 401 mostrados en la fig. 5a están adaptados para extrusión en caliente empujando la pieza de trabajo mediante una matriz de extrusión con un extremo delantero primero, en donde el extremo delantero es el extremo en donde está montado el componente 401 exterior. Una superficie 308 de transición es lisa, sin bordes afilados, entre la sección 302 roscada exteriormente del componente 301 de base y la sección 303 no roscada. La superficie 308 de transición se muestra con más detalle en la fig. 5b, que muestra una ampliación del área B rodeada de la fig. 5a. La superficie de transición tiene forma de S invertida en sección transversal con una parte 304 cóncava lo más cercana a la sección 302 roscada, y una parte 305 convexa lo más cercana a la sección 303 no roscada. El componente 401 exterior tiene una superficie 408 terminal con una correspondiente en forma de S con una parte convexa 404 cerca de la rosca 406 interna, y una parte 405 cóncava cerca de una superficie 407 periférica exterior del componente 401 exterior como se muestra en la figura 5c, que muestra una ampliación del área C rodeada de la fig. 5a. La parte 405 cóncava de la superficie 408 terminal se superpondrá por tanto con la parte 305 convexa de la superficie 308 de transición, lo que evita la separación y penetración de oxígeno durante el proceso de extrusión.

35 Otra opción es dejar que el extremo delantero del proceso de extrusión sea el extremo en donde no se monta ningún componente exterior. En este caso, mostrado en la fig. 6, el componente 301 de base está formado con una superficie 308 de transición cóncava en forma de C, de manera que flota sobre una superficie 408 terminal anular redondeada del componente 401 exterior durante la extrusión y forma un sello. Una superficie 307 periférica exterior del componente 301 de base se superpone así a la superficie 407 periférica exterior del componente 401 exterior cuando los componentes 301, 401 se montan para formar la pieza de trabajo.

40 Un método para conectar dos tubos 8, 9 de diferentes aleaciones según una realización de la presente divulgación para formar un producto 10 tubular como se muestra en la fig. 8 comprende proporcionar un tubo 1 de conexión como se describió anteriormente. La primera aleación del tubo 1 de conexión se selecciona de modo que sea compatible con una aleación del primero de los dos tubos 8, 9 que se van a conectar, y la segunda aleación del tubo 1 de conexión se selecciona de modo que sea compatible con una aleación de un segundo de los dos tubos 8, 9. El primer tubo 8 y la primera parte 2 terminal del tubo 1 de conexión están unidos, p. ej. por soldadura o por acoplamiento roscado, dependiendo de p. ej. la capacidad de soldar las aleaciones usadas y los requisitos sobre la junta. El segundo tubo 9 y la segunda parte 3 terminal del tubo 1 de conexión se unen a continuación, usando una técnica adecuada con respecto a, p. ej., la capacidad de soldar las aleaciones usadas y los requisitos sobre la junta.

El producto 10 tubular formado comprende el primer tubo 8, el segundo tubo 9 y el tubo 1 de conexión.

**Ejemplo**

5 En una prueba de producción, se fabricaron tres tubos 1 de conexión como se muestra en la fig. 1-2. Se formaron tres componentes exteriores de una primera aleación y tres componentes básicos de una segunda aleación. La primera aleación fue en este caso una aleación de acero inoxidable austenítico según la norma ASTM 304L. La composición de la primera aleación medida en porcentaje en peso (% en peso) se divulga en la Tabla I.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Fe
≤0.030	0.5	1.3	≤0.030	≤0.015	18.5	10	equilibrio

Tabla I

La segunda aleación era un acero al carbono según la norma ASTM Grade A-1 que tenía una composición % en peso como se divulga en la Tabla II.

C	Si	Mn	P	S	Fe
0.2	0.3	0.7	≤0.035	≤0.035	Equilibrio

Tabla II

10 Cada componente de base tenía una longitud total de 520 mm, un diámetro exterior de 140 mm y un diámetro interior de 50 mm. Se formó una sección roscada exteriormente que tenía una longitud de 130 mm mediante mecanizado de corte. Los componentes exteriores tenían cada uno una longitud de 130 mm y un diámetro interior de 110 mm y estaban provistos de una rosca interior. Los componentes tenían el diseño de transición que se muestra en la fig. 5a-c.

15 Los componentes exteriores se lavaron en un baño ultrasónico alcalino y los componentes de base se desengrasaron usando etanol. A continuación, los componentes exteriores se enroscaron en los componentes de base para formar piezas de trabajo.

20 Las piezas de trabajo se precalentaron a 400°C durante cuatro horas y después se extruyeron en caliente con el extremo sobre el que se montó el componente exterior como extremo delantero. Posteriormente, las piezas de trabajo se enfriaron, enderezaron y decaparon para formar tubos compuestos. Se cortó y calentó una parte media de doble capa de cada tubo compuesto resultante. Una segunda parte 106 terminal se expandió (volcó) como se muestra en la fig. 7. A continuación, la capa 103 interior anular se eliminó de la primera parte 104 terminal y la capa 102 exterior anular se eliminó de la segunda parte 106 terminal usando mecanizado de corte, formando así tubos de conexión.

25 La caracterización del material usando microscopía óptica de muestras grabadas con ácido nital y fosfórico mostró que se formó una unión metálica entre los componentes durante la extrusión en caliente. Esto también se confirmó usando ultrasonidos. Una rosca 7 que se extiende helicoidalmente era claramente visible en la interfaz entre las capas 5, 6 interior y exterior de los tubos 1 de conexión como se muestra en la fig. 2.

Los métodos propuestos y el tubo de conexión no se limitan a las realizaciones descritas anteriormente, pero muchas posibilidades de modificaciones de las mismas serían evidentes para una persona con experiencia en la técnica sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para fabricar un tubo (1) de conexión para conectar dos tubos (8, 9) de diferentes aleaciones, teniendo dicho tubo (1) de conexión una primera parte (2) terminal y una segunda parte (3) terminal, comprendiendo el método las etapas de:

- 5           - formar un tubo (101) compuesto que tiene una capa (102) exterior anular de una primera aleación y una capa (103) interior anular de una segunda aleación,
- trabajar una primera parte (104) terminal del tubo (101) compuesto de manera que el diámetro del tubo (101) compuesto disminuya gradualmente desde una parte (105) media del tubo compuesto hacia la primera parte (104) terminal,
- 10           - eliminar la capa (103) interior anular de la primera parte (104) terminal de modo que un diámetro interior en la primera parte (2) terminal sea igual a un diámetro interior en la segunda parte (3) terminal, caracterizado por
- eliminar la capa (102) exterior anular de una segunda parte (106) terminal del tubo (101) compuesto, de modo que una parte (4) media que se extiende entre la primera parte (2) terminal y la segunda parte (3) terminal tiene un espesor de pared mayor que cada una de las partes (2, 3) terminales, formando así un tubo (1) de conexión que
- 15           tiene una primera parte (2) terminal de dicha primera aleación y una segunda parte (3) terminal de dicha segunda aleación, y porque la etapa de formar un tubo (101) compuesto comprende las etapas de:
- proporcionar un componente (301) de base anular de la segunda aleación, en donde el componente (301) de base anular tiene un orificio pasante central que se extiende a lo largo de un eje (A) longitudinal del componente (301) de base anular, y en donde el componente (301) de base anular tiene una sección (302) roscada exteriormente,
- 20           - proporcionar un componente (401) exterior anular de la primera aleación, en donde el componente (401) exterior anular tiene una sección (402) roscada interiormente configurada para acoplarse con la sección (302) roscada exteriormente del componente (301) base anular,
- formar una pieza de trabajo tubular montando el componente (401) exterior anular alrededor del componente (301) de base anular de modo que la sección (402) roscada interiormente del componente (401) exterior esté acoplada con la sección (302) roscada exteriormente del componente (301) de base anular, formando un enclavamiento mecánico entre las secciones (302, 402) roscadas,
- 25           - trabajar en caliente la pieza de trabajo, de modo que por un lado se forme una unión metálica entre las secciones (302, 402) roscadas del componente (401) exterior anular y el componente (301) base anular mientras se mantiene el enclavamiento mecánico, y de modo que por otro lado se alarga la pieza de trabajo y se reduce un diámetro exterior de la pieza de trabajo tubular, formando así un tubo (101) compuesto;
- 30           en donde la etapa de trabajar en caliente comprende extrusión.
- 35           2. El método según la reivindicación 1, en donde el tubo (101) compuesto tiene una dimensión definida por un diámetro ( $\Phi 1$ ) exterior, un diámetro ( $\Phi 2$ ) interior y un diámetro ( $\Phi 3$ ) interfacial, y en donde la etapa de trabajar la primera parte (104) terminal del tubo (101) compuesto se realiza de manera que el diámetro ( $\Phi 3$ ) interfacial de la primera parte (104) terminal corresponda al diámetro ( $\Phi 2$ ) interior de la parte (105) media.
- 40           3. El método según la reivindicación 1 o 2, en donde al menos una de las etapas de eliminar la capa (103) interior anular y la etapa de eliminar la capa (102) exterior anular comprende mecanizado de corte y/o mecanizado abrasivo.
4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la sección roscada exteriormente se extiende a lo largo de una longitud axial completa del componente de base anular.
5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la sección (402) roscada interiormente se extiende a lo largo de una longitud axial completa del componente (401) exterior anular.
- 45           6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la primera aleación se selecciona de una aleación de acero inoxidable, una aleación a base de níquel, una aleación de hierro, cromo y aluminio, una aleación de acero al carbono, una aleación de circonio, una aleación de aluminio, una aleación de cobre o una aleación de titanio.
- 50           7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la segunda aleación tiene una composición diferente a la primera aleación y se selecciona de una aleación de acero inoxidable, una aleación a base de níquel, una aleación de hierro, cromo y aluminio, una aleación de acero al carbono, una aleación de circonio, una aleación de aluminio, una aleación de cobre o una aleación de titanio.
8. Un tubo (1) de conexión para conectar dos tubos (8, 9) de diferentes aleaciones fabricado según las reivindicaciones 1-7, en donde el tubo (1) de conexión tiene un orificio pasante central que se extiende a lo largo de un eje (A)

longitudinal y comprende:

- una primera parte (2) terminal de una primera aleación,
- una segunda parte (3) terminal de una segunda aleación,

5       - una parte (4) media que se extiende entre la primera parte (2) terminal y la segunda parte (3) terminal, en donde la parte (4) media es al menos parcialmente de doble capa dicha segunda aleación formando una capa (5) interior anular y dicha primera aleación formando una capa (6) exterior anular, en donde se ha formado una unión metálica entre dichas capas (5, 6),

en donde

10       que la capa (5) interior anular y la capa (6) exterior anular están entrelazadas mecánicamente por medio de al menos una rosca (7) que se extiende helicoidalmente formada en una interfaz entre dichas capas (5, 6) y que la interfaz tiene una rosca que se extiende también tiene una unión metálica que se forma entre las secciones roscadas y

en donde un diámetro interior en la primera parte (2) terminal es igual a un diámetro interior en la segunda parte (3) terminal;

y en donde

15       la parte (4) media tiene un espesor de pared mayor que cada una de las partes (2, 3) terminales.

9. Un tubo de conexión según la reivindicación 8, en donde al menos una de las partes terminales está provista de una rosca interna o externa adaptada para el acoplamiento roscado con un extremo roscado de un tubo.

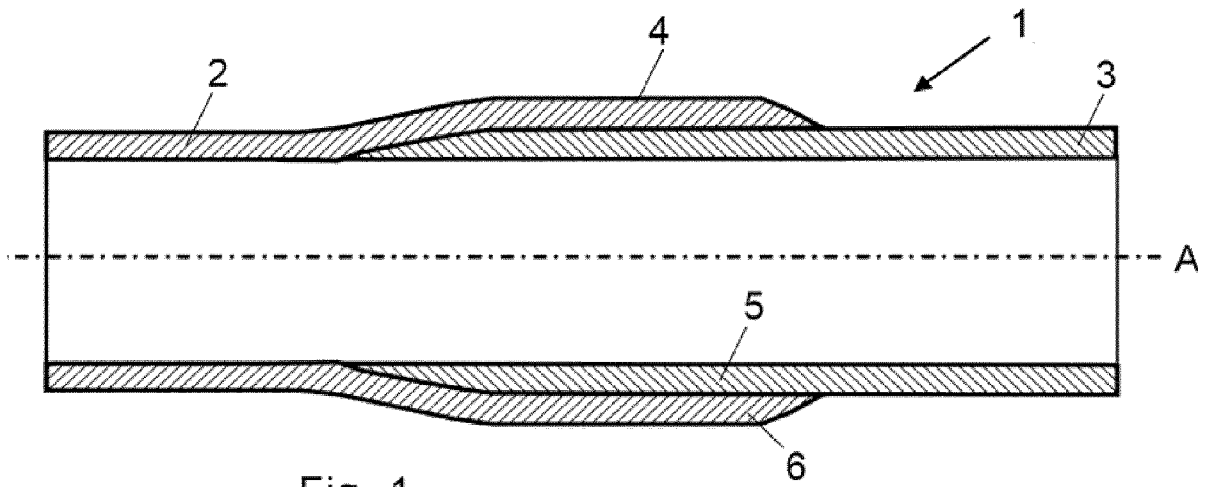


Fig. 1

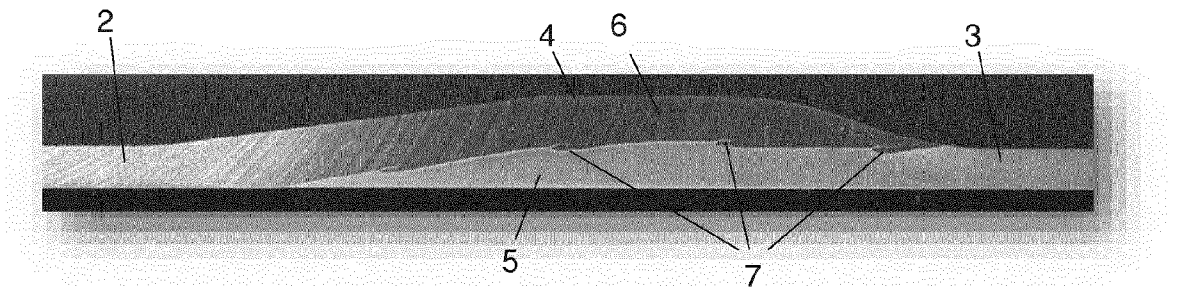


Fig. 2

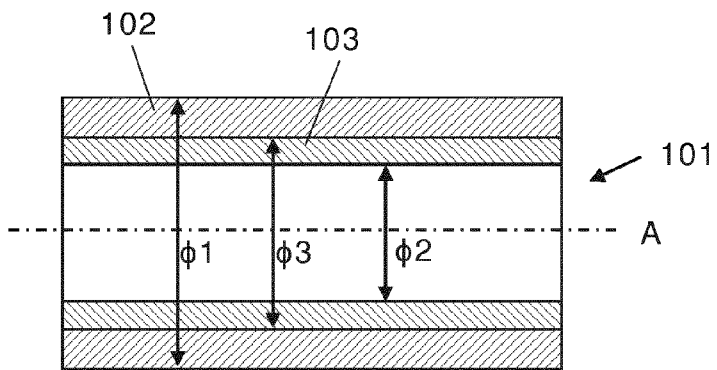


Fig. 3

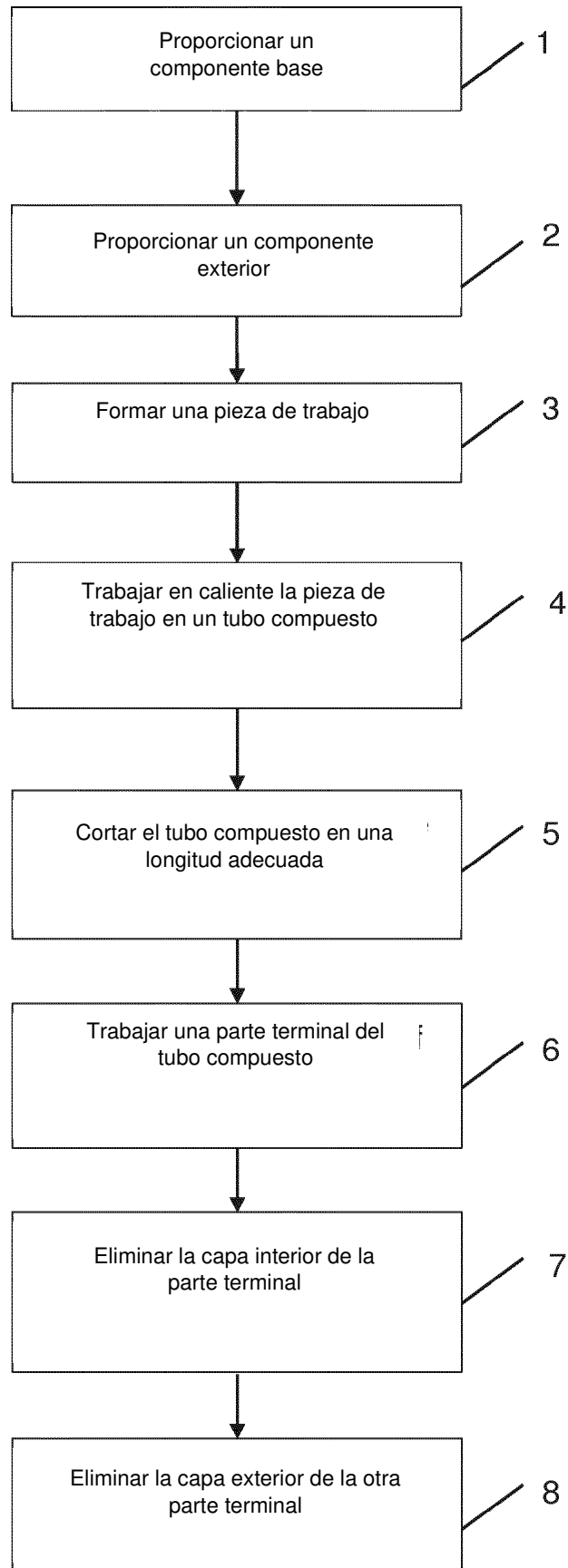


Fig. 4

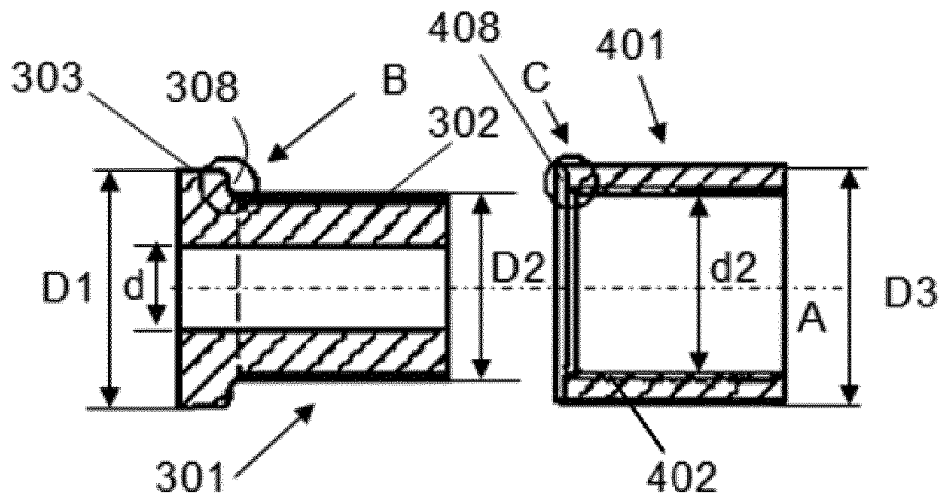


Fig. 5a

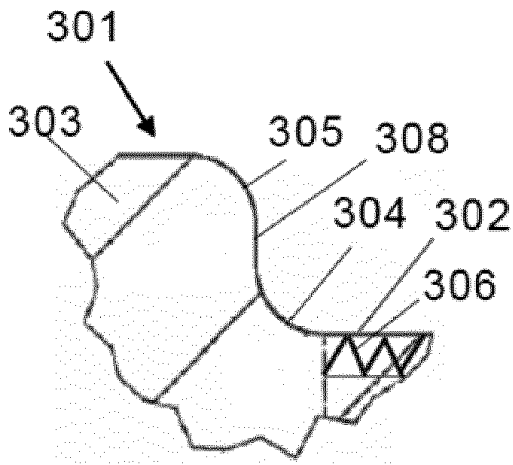


Fig. 5b

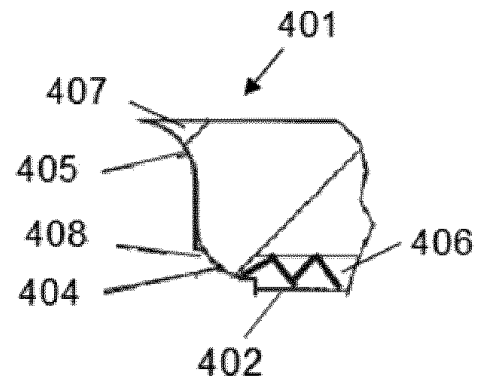


Fig. 5c

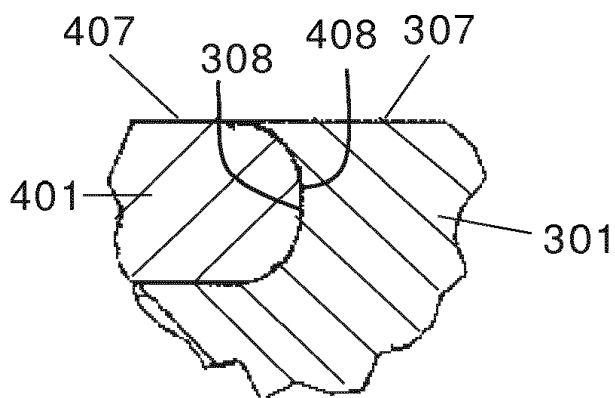


Fig. 6

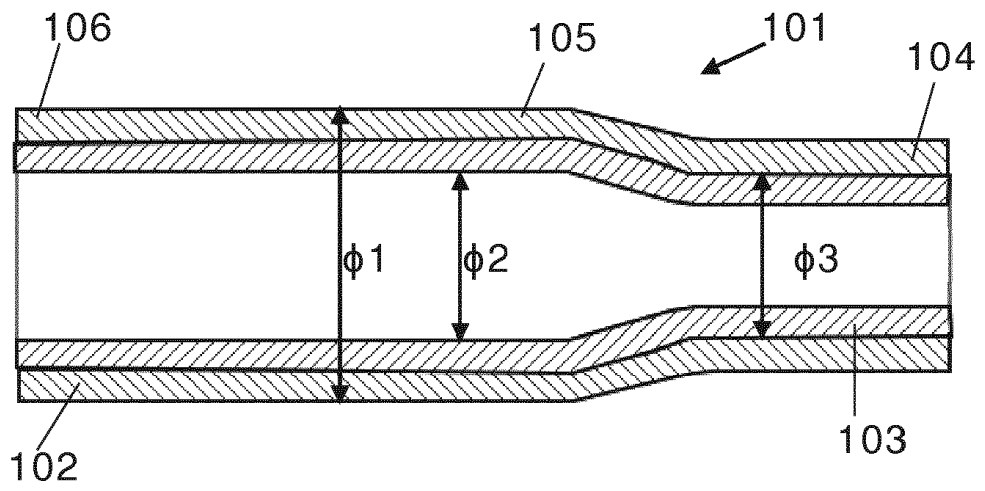


Fig. 7

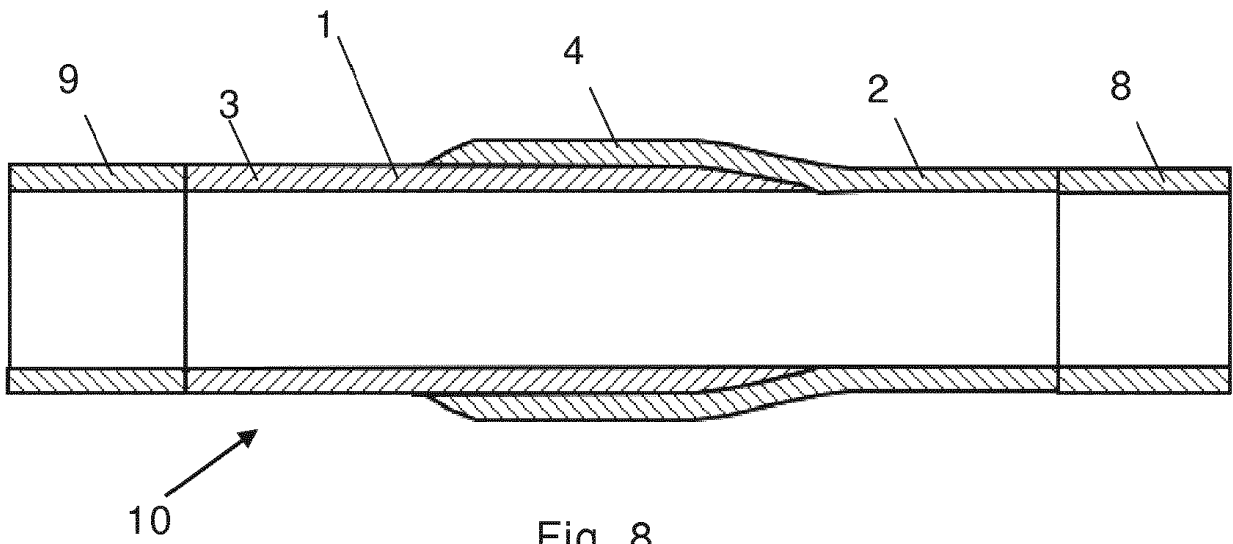


Fig. 8