

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 059**

21 Número de solicitud: 201530943

51 Int. Cl.:

F16L 23/24

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

30.06.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

31.01.2017

Fecha de concesión:

07.11.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

15.11.2017

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2016/070479

73 Titular/es:

**ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.
(100.0%)
Campus Palmas Altas, C/ Energía Solar 1
41014 Sevilla (Sevilla) ES**

72 Inventor/es:

**QUERO, Manuel;
BRIOSO, José Antonio;
DEL RÍO, Azucena ;
DÍAZ ALLER, César;
KORZYNIEZ, Roman;
VALVERDE GARCÍA, Juan Sebastián;
GARCÍA VALLEJO, Daniel;
PÉREZ MAQUEDA, Luis Allan y
CRIADO LUQUE, José Manuel**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

54 Título: **Unión para tubos con distinto coeficiente de expansión térmica**

57 Resumen:

Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica que están adaptados para el transporte de fluidos presurizados expuestos a alta temperatura. La unión comprende una primera porción de tubo (1) que comprende uno de sus extremos con una terminación en flanco (10) y una segunda porción de tubo (2) con un coeficiente de expansión térmica mayor que la primera porción de tubo (1) y que comprende un extremo con una terminación en flanco (11). Ambas porciones de tubo (1, 2) comprenden en sus extremos adyacentes una primera zona longitudinal (8) de diámetro interno mayor que el diámetro interno de una segunda zona longitudinal (9) de la porción de tubo (1, 2). Además la unión comprende un aislamiento (6) situado en la primera zona longitudinal (8) de ambas porciones de tubo (1, 2) y un elemento de sujeción y compresión (3).

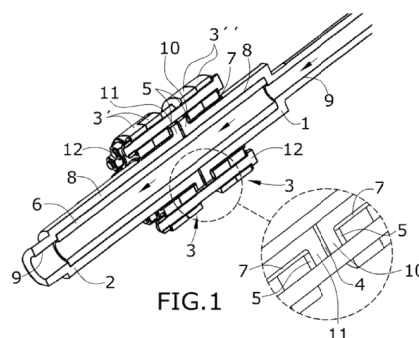


FIG. 1

ES 2 599 059 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

DESCRIPCIÓN

Unión para tubos con distinto coeficiente de expansión térmica.

Campo de la invención

5 La invención se refiere una unión para tubos que poseen distinto coeficiente de expansión térmica y que están adaptados para el transporte de fluidos presurizados expuestos a alta temperatura, alrededor de 1000 °C. Más específicamente la invención se refiere a una unión no metal-metal.

10 **Antecedentes de la invención**

Para obtener un mayor rendimiento de los ciclos termodinámicos en las plantas termosolares de concentración, es conveniente elevar la temperatura del fluido, estimándose una temperatura alrededor de 1000 °C como la temperatura óptima de salida
15 del fluido.

Lo habitual es utilizar metales en los tubos que transportan el fluido, sin embargo, los metales no soportan este rango de temperaturas de trabajo.

20 Actualmente, para alcanzar temperaturas de 1000 °C, se han diseñado receptores volumétricos que intercambian el calor con el fluido en estructuras porosas de material cerámico.

Lo óptimo sería, por lo tanto, utilizar intercambiadores de calor de tubos cerámicos para
25 aumentar la temperatura del fluido y posteriormente unirlos a tubos metálicos para realizar la conducción del fluido ya caliente hacia la zona donde será tratado.

Sin embargo, esto genera diversos problemas en la unión entre los tubos cerámicos y metálicos, que poseen diferente coeficiente de expansión térmica y que no resuelve
30 ninguno de los dispositivo conocidos en el estado de la técnica. Asimismo las propiedades mecánicas de ambos materiales son también muy distintas.

Son conocidas en el estado de la técnica uniones de dos tubos de materiales con diferente coeficiente de expansión térmica que se disponen coaxialmente. La patente de número
35 US20120280495A1 divulga uno de estos dispositivos. Sin embargo, la unión divulgada,

además de ser una unión compleja, ya que involucra un elevado número de piezas, no es apta para alta temperatura y presión del entorno de aplicación objeto de la invención.

Otros antecedentes en cuanto al entorno de aplicación objeto de la invención se encuentran en el proyecto conocidos como Gas Cooled Solar Tower (GAST), aunque tampoco resuelven satisfactoriamente la unión debido al alto nivel de fugas del fluido que se encontraron.

La estanquidad de la unión es una característica importante de la misma ya que permite un correcto rendimiento en el proceso de generación eléctrica, al requerirse una alta temperatura y presión para obtener el máximo rendimiento del ciclo termodinámico. Por tal motivo se hace necesaria una unión que tenga, como requisito fundamental, evitar pérdidas tanto térmicas como de presión.

15 Descripción de la invención

El fluido presurizado y a alta temperatura, alrededor de 1000 °C o incluso superior, está adaptado para fluir desde, por ejemplo, el tubo cerámico que es calentado para transferir este calor al fluido, hacia el tubo metálico pasando por la unión objeto de la invención.

Por lo tanto, esta invención se refiere a una unión entre tubos de materiales con diferentes coeficientes de expansión térmica, preferentemente cerámica y metal. Esta diferencia puede llegar a ser de hasta un orden de magnitud ya que si para un acero el coeficiente es aproximadamente $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, en las cerámicas este valor se sitúa alrededor de $2,8 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Según lo anterior, la unión para tubos con distinto coeficiente de expansión térmica comprende:

- una primera porción de tubo que comprende en uno de sus extremos una terminación en flanco, y
- una segunda porción de tubo con un coeficiente de expansión térmica mayor que la primera porción de tubo y que comprende también en un extremo una terminación en flanco adaptado para estar situado de forma adyacente al flanco de la primera

porción de tubo de forma que ambas primera y segunda porción de tubo son coaxiales.

La invención se caracteriza por que:

5

- la primera y segunda porciones de tubo comprenden una primera zona longitudinal y una segunda zona longitudinal, situadas una a continuación de la otra y estando la primera zona longitudinal anexa a los extremos adyacentes de ambas porciones de tubo donde el diámetro interno de la primera zona longitudinal es mayor que el diámetro interno de la segunda zona longitudinal, según lo anterior, cada porción de tubo cuenta con un ensanchamiento en su extremo, de modo que, por ejemplo, el tubo cerámico contaría en su extremo anexo a la unión, con una zona longitudinal de tubo de diámetro interno mayor que el diámetro del tubo cerámico que alimenta la unión. Al tramo de tubo de mayor diámetro interno se le denomina primera zona longitudinal del tubo, siendo la segunda zona longitudinal la correspondiente al tramo de tubo de diámetro menor que se corresponde con el diámetro del tubo que alimenta a la unión.

10

15

20

25

- La unión comprende un aislamiento que está destinado a situarse coaxialmente en la primera zona longitudinal de ambas porciones de tubo, es decir, en aquella zona donde el diámetro de las dos porciones de los tubos es mayor. La función del aislamiento es disminuir la temperatura que soportan los tubos justo en la unión de ambos ya que sus coeficientes de expansión térmica y sus propiedades mecánicas son muy diferentes, así como evitar la filtración de fluido presurizado y a alta temperatura a través de la unión.

Opcionalmente el aislamiento puede comprender a su vez un diámetro interno que coincide con el diámetro interno de la segunda zona longitudinal de ambas porciones de tubo. El ensanchamiento de las porciones de tubo permitiría albergar el aislamiento, concéntrico a ambas porciones de tubos en aquella parte en la que se encuentra el ensanchamiento, es decir, en las primeras zonas longitudinales de ambas porciones de tubos y, según lo anterior, con un diámetro interior igual al diámetro interior de las porciones de tubos antes del ensanchamiento, es decir, de las segundas zonas longitudinales. De este modo se evitan pérdidas de cargas y vórtices en el fluido, ya que el fluido puede desplazarse sin que

30

se dañe ninguno de los tubos al no generarse vórtices que pueden crear cambios drásticos de presión y fenómenos de fatiga mecánica.

La sujeción entre el aislamiento y los tubos es meramente mecánica, favorecida por la presión del fluido que mantiene unidos a ambos elementos, ya que el fluido fluye a alta temperatura y presión facilitando la adhesión entre ambos materiales de manera que el aislamiento impide el paso del fluido a la zona de unión entre los tubos.

- Un elemento de sujeción y compresión que comprende un primer componente y un segundo componente cada uno destinado a estar apoyado en uno de los flancos de las porciones de tubo y destinados a estar unidos entre sí y a los flancos mediante pernos pasantes.

Debido a la diferencia de coeficiente de expansión térmica entre los materiales de los tubos, no es posible realizar la presión necesaria para alcanzar el cierre completamente estanco. Por tanto se sitúa un elemento de sujeción y compresión, por ejemplo una brida metálica.

El elemento de sujeción y compresión está apoyado en los flancos de las porciones de los tubos y permite realizar la fuerza necesaria igualmente distribuida mediante el apriete de pernos.

La aplicación combinada de ambos principios por los cuales se reducen las temperaturas en la zona de la unión y se proporciona la fuerza de sujeción y compresión necesaria, es lo que hace que, pese a trabajar con fluidos a presión y muy alta temperatura, la integridad de la unión y los componentes que la forman no se vean afectados y sea posible trabajar en un rango de temperaturas admisible para cada uno de los materiales.

De esta forma se consigue un cierre estanco y a alta temperatura que impide una caída de presión y la exposición del metal a las elevadas temperaturas de trabajo.

La invención que aquí se presenta hace realidad el utilizar intercambiadores de calor a base de tubos cerámicos, ya que el problema que lo limitaba se resuelve: unir el tubo cerámico que es calentado para aumentar la temperatura del fluido, a uno metálico que conduzca dicho fluido ya caliente hacia la zona deseada donde será tratado.

Descripción de las figuras

Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la
5 invención, se proporcionan unas figuras. Dichas figuras forman una parte integral de la descripción e ilustran un ejemplo de realización de la invención.

La figura 1 muestra una sección longitudinal en perspectiva de un ejemplo de realización
de los tubos de los dos materiales con distintos coeficientes de expansión térmica,
10 correspondiente a la región donde se produce la unión entre ambos.

La figura 2 muestra una vista esquemática en perspectiva del aislamiento.

La figura 3 muestra una vista esquemática en perspectiva de una junta secundaria plana.
15

La figura 4 muestra una vista esquemática en perspectiva de una junta secundaria
cilíndrica.

La figura 5 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de un elemento
20 de sujeción y compresión.

Descripción detallada de la invención

La unión de la invención permite el transporte de fluidos a presiones de hasta 20 bar y a
25 temperaturas del entorno de 1000 °C o incluso superior. El fluido del ejemplo de realización
mostrado en las figuras fluye desde el tubo cerámico (1) que es calentado para transferir
este calor al fluido hacia el tubo metálico (2) pasando por la unión objeto de la invención.

En el ejemplo de realización el fluido circula por la primera porción de tubo (1) cerámico,
30 concretamente por la segunda zona longitudinal (9) del mismo (1), posteriormente atraviesa
la primera zona longitudinal (8) en la que se ensancha dicho tubo cerámico y que alberga
parte del aislamiento (6). Posteriormente el fluido atraviesa la primera zona longitudinal (8)
de la segunda porción de tubo (2) metálico (zona de ensanchamiento del tubo metálico)
donde se sitúa el resto del aislamiento (6) y finalmente el fluido alcanza la denominada
35 segunda zona longitudinal (9) de la porción de tubo (2) del tubo metálico.

El ensanchamiento del diámetro interno del tubo cerámico, segunda zona longitudinal (9), permite introducir el aislamiento térmico (6) en forma de coquilla que, formando en su interior un canal con el mismo diámetro que el diámetro interno de la segunda zona longitudinal (9) del tubo cerámico (1), impide la filtración del fluido a través de la unión y con ello la llegada de la temperatura tan elevada a dicha unión.

Adicionalmente, en el ejemplo de realización mostrado en la figura 1, tanto la primera porción del tubo (1) cerámico como del tubo (2) metálico comprende en la primera zona longitudinal (8) un diámetro externo mayor que el diámetro externo en la segunda zona longitudinal (9) de la primera y la segunda porción de tubo (1, 2) de modo que en ambas zonas se mantiene el espesor de las porciones de tubo (1, 2).

En definitiva, por un lado al aumentar el diámetro interno de las porciones (1, 2) de tubo (ya que al aumentar el diámetro externo sin modificar el espesor de los tubos (1, 2) hace que también se aumente el diámetro interno de los mismos) se aumenta el área de paso del fluido en la sección transversal de ambas porciones (1, 2) de tubo, pero al mantenerse el espesor del tubo cerámico (1) constante, este aumento en el área de paso del fluido hace que el flujo de calor provoque un campo de temperaturas menores en la zona más próxima a la unión que asegura menores tensiones en la zona de unión.

El material aislante que se prefiere es un microporoso flexible con muy baja conductividad, aunque se puede emplear cualquiera que soporte las tensiones térmicas y mecánicas debido al paso del fluido a presión. El aislamiento (6) permite soportar temperaturas elevadas y además, como característica opcional, su superficie puede presentar hendiduras u ondulaciones que se encarguen de absorber las deformaciones debidas a la dilatación provocada por la alta temperatura del fluido como se ve en la figura 2, evitando así que estas dilataciones se conviertan en tensiones aplicadas sobre el resto de componentes de la unión y facilitando su conformado sobre el resto de los componentes.

Asimismo el aislamiento (6) está diseñado para absorber las dilataciones térmicas que se produzcan al contacto con el fluido a temperaturas del orden de los 1000 °C y, lo que es igualmente importante, preparado para soportar variaciones bruscas de presión que ocurren con cualquier puesta en marcha y cualquier parada, sin modificar su configuración ni estructura. El aislamiento (6) protege el tubo cerámico (1) desde su ensanche, la unión y

la parte correspondiente del tubo metálico (2) en la zona de mayor temperatura del fluido. Además es capaz de soportar variaciones bruscas de presión debido a las hendiduras u ondulaciones de las paredes del aislamiento (6), ya que, al menos una vez al día, habrá un arranque y una parada, pasando el sistema de 1 a 20 bar, o viceversa, rápidamente.

5

El tubo cerámico (1) y el tubo metálico (2) no entran en contacto directamente. Ambos terminan en forma de flanco (10, 11) y es ahí donde se encuentran en una junta principal (4) que reduce la transferencia térmica entre el tubo caliente cerámico (1) en contacto con el fluido a alta temperatura y el tubo metálico (2), a la vez que contribuye a la estanquidad del sistema.

10

La junta principal (4) es la que se encuentra entre el flanco cerámico (10) y el flanco metálico (11), y está encargada de contribuir a la estanquidad así como de hacer de puente térmico entre los dos materiales con diferente coeficiente de expansión térmica. La junta (4) trabaja a una temperatura alta pero siempre inferior a 500 °C si la temperatura del fluido se considera 1000 °C, debido a la configuración que se le da al sistema y al aislamiento (6) interno.

15

En el ejemplo de realización mostrado, el elemento de sujeción y compresión (3) se corresponde con una brida de valona que comprende sendas semibridas (3', 3'') como primer componente (3') y un segundo componente (3''). Cada uno de los componentes (3', 3'') comprende sendos elementos complementarios (13) que comprenden un resalte (14) y un hueco (15), estando el hueco (15) de cada elemento complementario (13) destinado a albergar el resalte (14) del otro elemento complementario (13). El resalte (14) y el hueco (15) alinean ambos elementos complementarios (13) haciendo que sea lo más parecido a una brida maciza en cuanto a la planitud de las caras. Los taladros de ambos elementos complementarios (13) coinciden.

20

25

Tanto el tubo cerámico (1) como el metálico (2) terminan en el extremo con un flanco (10, 11) que permite el cierre con la brida de valona (3) formada por las dos semibridas (3', 3''), que logra la presión de cierre deseada mediante una sujeción y compresión uniforme en los flancos (10, 11) conseguida gracias a los pernos (12) que atraviesan ambas semibridas (3', 3'') a través de unos orificios en las mismas (3', 3'') y los flancos (10, 11). Los pernos (12) se disponen de manera circular alrededor de la tubería para la unión de las dos semibridas (3', 3'').

30

35

Los tornillos, tuercas y arandelas con los que se ejerce presión se recomiendan que sean de metal apto para alta temperatura como AISI 800H, o Inconel 601 o superior. Es requerido que el elemento de sujeción y compresión (3) presione uniformemente ambos flancos (10, 11) de los tubos (1, 2) por dos motivos, el primero es evitar pérdidas de presión, el segundo evitar que el aumento desigual de temperatura modifique el posicionamiento relativo de los flancos (10, 11), facilitando una posible rotura del tubo cerámico (1) en algún punto, especialmente de la cogida.

- 5 Cada componente (3', 3'') del elemento de sujeción y compresión (3) del ejemplo de realización deberá ser presionado para permitir la regularidad necesaria en la sujeción y compresión. Para esto además de conseguir una distribución regular de la temperatura alrededor de ella, requiere que se facilite la absorción de las posibles dilataciones por expansión térmica. Para ello se colocarán en los extremos del tornillo unas arandelas de presión que sean capaces de amortiguar esa dilatación, evitando las posibles pérdidas de carga que pudiese aparecer.

El tubo cerámico (1) es unido a uno metálico (2) que se recomienda sea de un acero refractario tipo AISI 310S, aunque pueden utilizarse otros materiales como AISI 800H o Inconel 601 o superior. El motivo de elegir este tipo de materiales es que soporte temperaturas elevadas aunque no comprometidas para el material. El tubo cerámico (2) está diseñado para que en su extremo más cercano al tubo metálico se aumente el diámetro con un ángulo entre 0° y 90°, preferentemente 90°.

- 25 La transición entre la segunda zona longitudinal (8) y la primera zona longitudinal (9) de las porciones de tubo (1, 2), es decir, de la sección de menor diámetro interno a la de mayor diámetro interno o ensanchamiento, puede variar desde los 90° hasta los 0° dando lugar a una forma troncocónica para ángulos inferiores a 90°. Este ensanchamiento, ha de combinarse con un acabado achaflanado en las aristas circunferenciales con el fin de evitar concentradores de tensiones en el material. La existencia de este ángulo de ensanchamiento, permite que se genere un espacio para albergar el aislante (6). Además, al tratarse el aislante y las porciones de tubo (1,2) de piezas concéntricas con baja tolerancia dimensional y carentes de holguras espaciales, la sujeción entre ellas es puramente mecánica.

El espesor del aislamiento (6) y el ángulo de ensanchamiento de cada tubo (1, 2) en los extremos de la unión vienen determinados por las condiciones de temperatura que se desean tener en los extremos de los tubos para evitar el daños a los mismos.

- 5 La invención propone entre los componentes (3' y 3'') del elemento de sujeción y compresión (3) y el flanco (10, 11) de la terminación de los tubos (1, 2) cerámico y metálico dos juntas secundarias (5) planas que sirvan de puente térmico y asiento mecánico, así como de protección de los materiales por contacto. Esas juntas secundarias (5) serán de materiales con una fuerte base de mica que aporte la resistencia mecánica necesaria
- 10 combinada con bajo coeficiente de conducción térmico.

- Asimismo, para proteger la sección horizontal de los tubos (1, 2) del roce de los componentes (3' y 3'') del elemento de sujeción y compresión (3) se coloca una junta secundaria cilíndrica (7) de otro material aislante que también sirva de puente térmico y
- 15 que, de nuevo, se recomienda posea una base de mica.

- La unión debe estar expuesta a ventilación, no necesariamente forzada, para permitir la evacuación de calor y evitar el sobrecalentamiento en la zona. La clave es disminuir la temperatura internamente en la unión, y no permitir que se alcancen temperaturas
- 20 elevadas en zona externa de la unión.

REIVINDICACIONES

1.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica que comprende:

- 5 - una primera porción de tubo (1) que comprende en uno de sus extremos una terminación en flanco (10), y
- una segunda porción de tubo (2) con un coeficiente de expansión térmica mayor que la primera (1) porción de tubo y que comprende en un extremo una terminación en flanco (11) adaptado para estar situado de forma adyacente al flanco (10) de la
- 10 primera (1) porción de tubo de forma que ambas primera (1) y segunda (2) porción de tubo son coaxiales,

caracterizado por que:

- 15 - la primera y segunda porciones de tubo (1, 2) comprenden una primera zona longitudinal (8) y una segunda zona longitudinal (9), situadas una a continuación de la otra y estando la primera zona longitudinal (8) anexa a los extremos adyacentes de ambas porciones de tubo (1, 2) donde el diámetro interno de la primera zona longitudinal (8) es mayor que el diámetro interno de la segunda zona longitudinal
- 20 (9),
- la unión comprende un aislamiento (6) que está destinado a estar situado coaxialmente a ambas porciones de tubo (1, 2) y en la primera zona longitudinal (8),

un elemento de sujeción y compresión (3) que comprende un primer componente (3') y un

25 segundo componente (3'') cada uno destinado a estar apoyado en uno de los flancos (10, 11) de las porciones de tubo (1, 2) y destinados a estar unidos entre sí (3', 3'') y a los flancos (10, 11) mediante pernos (12) pasantes.

2.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según la

30 reivindicación 1, caracterizada por que el aislamiento (6) comprende un diámetro interno que coincide con el diámetro interno de la segunda zona longitudinal (9) de ambas porciones (1, 2) de tubo.

3.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según una

35 cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la primera y la segunda

porción de tubo (1) comprenden en la primera zona longitudinal (8) un diámetro externo mayor que el diámetro externo de la segunda zona longitudinal (9) de la porción de tubo (1, 2) de modo que en ambas zonas (8, 9) se mantiene el espesor de ambas porciones de tubo (1, 2).

5

4.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que cada uno de los componentes (3', 3'') comprende sendos elementos complementarios (13) destinados a rodear las porciones de tubo (1, 2) que están destinados a estar acoplados entre sí (13).

10

5.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según la reivindicación 4, caracterizada por que los elementos complementarios (13) del primer y segundo componente (3', 3'') del elemento de sujeción y compresión (3) comprenden un resalte (14) y un hueco (15), estando el hueco (15) de cada elemento complementario (13) destinado a albergar el resalte (14) del otro elemento complementario (13).

15

6.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende una junta principal (4) destinada a estar situada entre las terminaciones en flanco (10, 11) de cada una de las porciones de tubo (1, 2).

20

7.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende unas juntas secundarias (5) destinadas a estar situadas entre el flanco (10, 11) de cada una de las porciones de tubo (1, 2) y el elemento de sujeción y compresión (3) para absorber las desviaciones geométricas de los elementos de la unión.

25

8.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende unas juntas secundarias cilíndricas (7) destinadas a estar situadas entre el elemento de sujeción y compresión (3) y las porciones de tubo (1, 2).

30

9.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el aislamiento (6)

comprende unas ondulaciones o hendiduras en su superficie para absorber deformaciones debidas a la dilatación.

5 10.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la primera porción de tubo (1) es no-metálica y la segunda porción de tubo (2) es metálica.

10 11.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según la reivindicación 10, caracterizada por que la primera porción de tubo (1) es cerámica.

12.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el elemento de sujeción y compresión (3) es metálico.

15 13.- Unión para tubos (1, 2) con distinto coeficiente de expansión térmica, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la transición entre la primera zona longitudinal (8) y la segunda zona longitudinal (9) de las porciones de tubo (1, 2) está comprendida entre los 90° y los 0°.

20

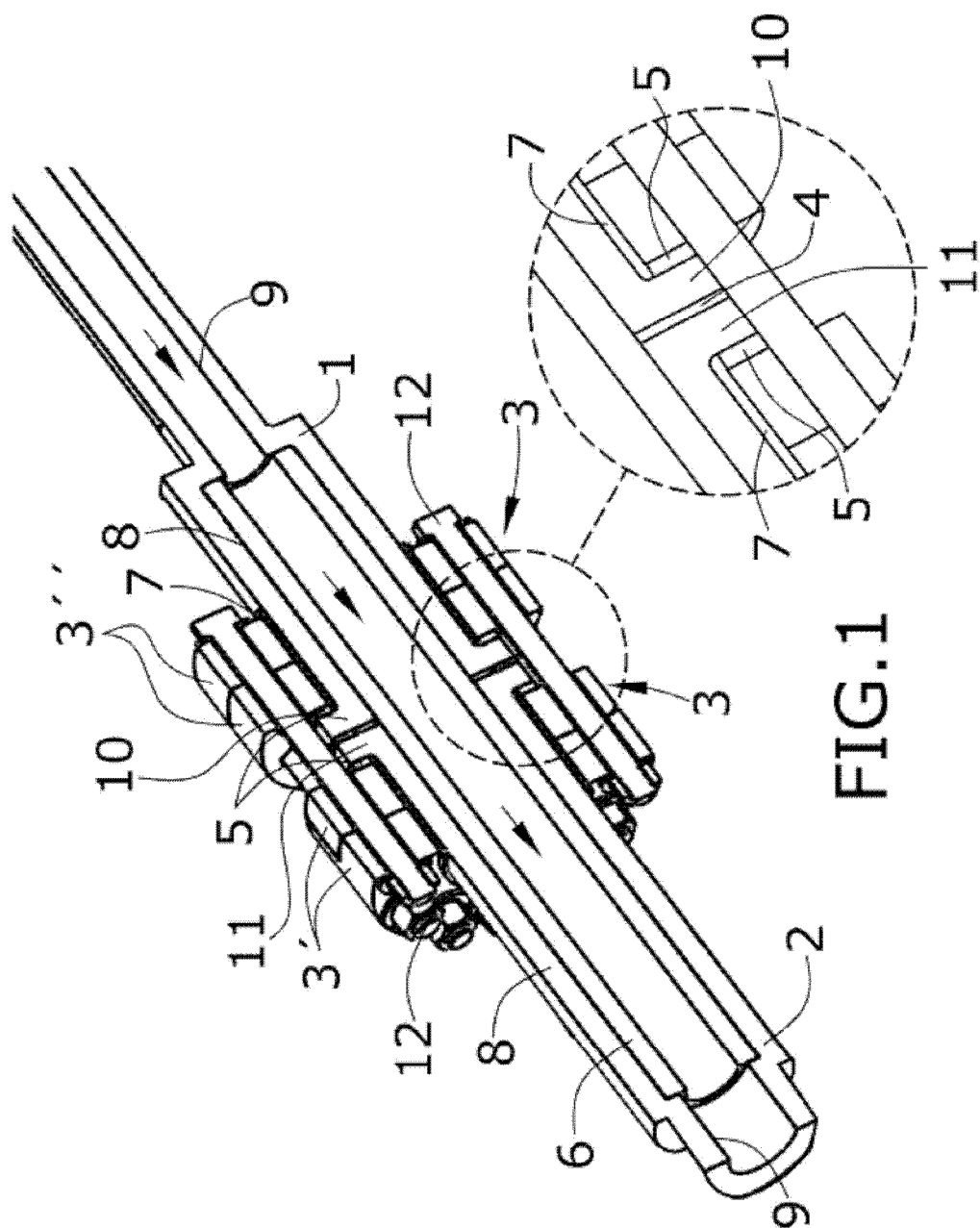


FIG. 1

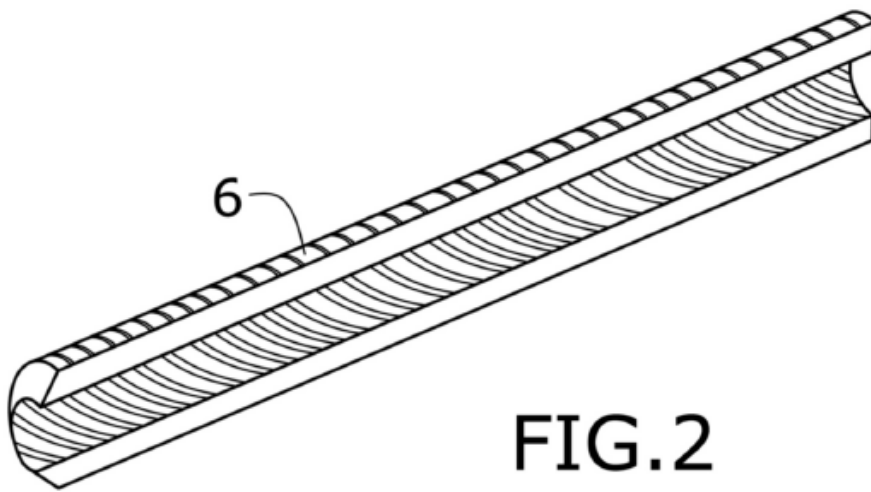


FIG. 2

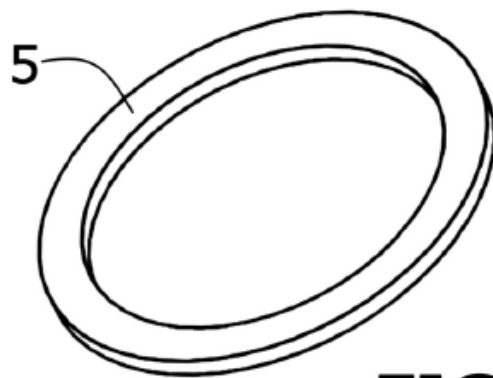


FIG. 3



FIG. 4

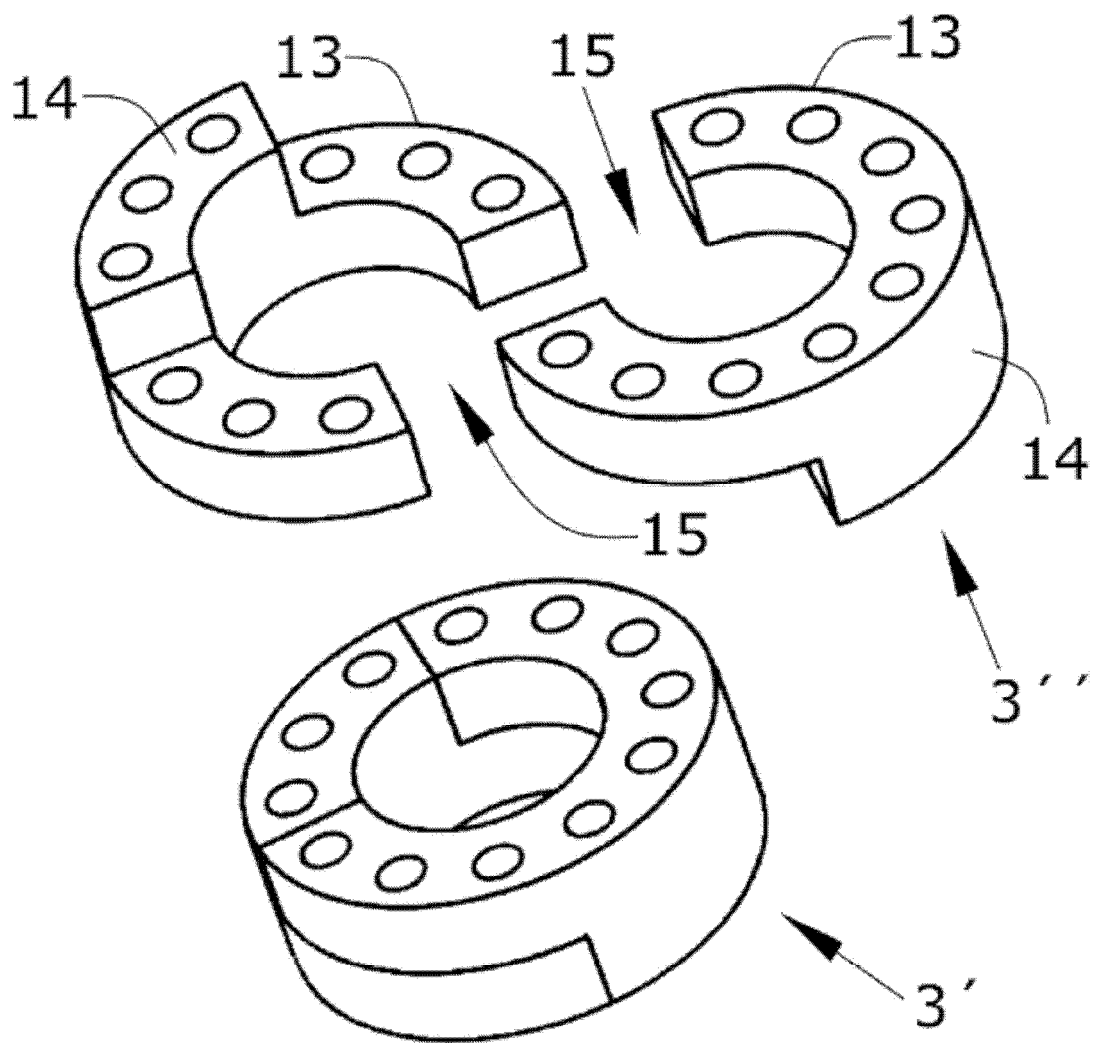


FIG. 5