

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 216**

51 Int. Cl.:

F16L 13/007	(2006.01)	B23K 101/14	(2006.01)
F16L 13/08	(2006.01)	B23K 103/10	(2006.01)
F28F 9/02	(2006.01)	B23K 103/18	(2006.01)
B23K 1/00	(2006.01)	B23K 103/12	(2006.01)
B23K 1/002	(2006.01)	F16L 9/02	(2006.01)
B23K 1/005	(2006.01)		
B23K 1/18	(2006.01)		
B23K 1/19	(2006.01)		
B23K 1/20	(2006.01)		
B23K 101/06	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2011 PCT/JP2011/007235**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2012 WO12090461**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2011 E 11853895 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 2660000**

54 Título: **Estructura de unión de tubos metálicos**

30 Prioridad:

28.12.2010 JP 2010293301

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

22.05.2020

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
Umeda Center Bldg. 4-12, Nakazaki-nishi 2-
chome, Kita-ku
Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP**

72 Inventor/es:

**KIKUNO, TOMONORI;
KIDO, TERUO y
YAMASHITA, HIROSHI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 762 216 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

Estructura de unión de tubos metálicos

Campo técnico

La presente invención se refiere a una estructura de unión de tubos metálicos.

5 Antecedentes de la técnica

Convencionalmente, como estructuras de unión de tubos metálicos usados en un intercambiador de calor o similar distintas técnicas han sido propuestas. Una porción de unión entre tubos metálicos requiere resistencia a la presión para soportar la presión de un refrigerante y resistencia al choque térmico para soportar un choque térmico atribuible a temperatura de refrigerante.

10 El documento de patente 1 describe un método para unir entre sí un tubo de cobre y un tubo de aluminio mediante soldadura por arco eléctrico-presión mecánica. El documento de patente 2 describe un método de unión eutéctica de un tubo de cobre y un tubo de aluminio. Pero la eficacia de estos métodos de unión no es necesariamente suficiente en términos de resistencia a la presión y al choque térmico como consecuencia de las pequeñas áreas de unión entre tubos.

15 Además, al unir metales diferentes tales como un tubo de cobre y un tubo de aluminio se forma una capa de compuesto intermetálico de estos metales en la interfaz de aluminio y cobre. Este compuesto intermetálico es frágil, por lo que un aumento de su formación provoca una reducción de la resistencia mecánica de la porción.

20 Además, el documento de patente 3 describe un método y dispositivo de soldadura fuerte del tipo de radiación por infrarrojos capaz de soldar de manera fácil y eficaz tubos y diversas partes de un intercambiador de calor hecho de cobre. El documento de patente 3 describe todas las particularidades en el preámbulo de la reivindicación 1.

25 El documento de patente 4 describe un método para unir por soldadura fuerte un tubo de cobre y un tubo de aluminio merced a una unión de acero inoxidable revestido. El documento de patente 4 describe que aun cuando se forme cierta cantidad de compuesto intermetálico en una interfaz de unión de metales diferentes, la resistencia mecánica del acero inoxidable compensa la reducción de resistencia mecánica causada por dicho compuesto intermetálico. En consecuencia, el conjunto de una estructura de unión se vuelve menos deformable y su resistencia mecánica aumenta.

Pero la necesidad de usar una unión de acero inoxidable en la estructura de unión que describe el documento de patente 3 aumenta el coste. Además, el revestimiento aplicado a la unión también aumenta el coste.

Documento de patente 1: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública nº H9-182979

Documento de patente 2: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública nº 2001-334371

30 Documento de patente 3: JP 2000 079463 A

Documento de patente 4: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública nº H8-267228

Compendio de la invención

Un objeto de la presente invención consiste en ofrecer una estructura de unión de tubos metálicos que evite el aumento de coste y el deterioro de la fiabilidad de la porción de unión entre los tubos metálicos.

35 Una estructura de unión de tubos metálicos de acuerdo con la presente invención incluye las particularidades de la reivindicación 1, esto es, un primer tubo metálico (11) que contiene un primer metal (M1) como componente principal, y un segundo tubo metálico (12) que contiene un segundo metal (M2), diferente del primer metal (M1), como componente principal. Uno de los dos tubos metálicos incluye una parte de conexión de diámetro aumentado (13) formada en una parte de extremo de dicho uno de los dos tubos metálicos, siendo mayor el diámetro interior de la parte de extremo que el diámetro interior de una parte (16) adyacente a la parte de extremo. El otro tubo metálico está insertado en la parte de conexión de diámetro aumentado (13) por el extremo abierto (13a) de esta, hacia el extremo de base (13b) de la parte de conexión de diámetro aumentado (13), y hay un metal de aporte de soldadura (14), que contiene el primer metal (M1) o el segundo metal (M2) como componente principal, dispuesto entre la superficie exterior del otro tubo metálico y la superficie interior de la parte de conexión de diámetro aumentado (13). Una capa de compuesto intermetálico (15) del primer metal (M1) y del segundo metal (M2) existe en la interfaz del primer metal (M1) y del segundo metal (M2) situada entre el metal de aporte de soldadura (14) y uno de los dos tubos metálicos. El grosor de la capa de compuesto intermetálico (15) está previsto de manera que el grosor de la porción de extremo (15b) del lado del extremo de base (13b) sea menor que el grosor de la porción de extremo (15a) del lado del extremo abierto (13a).

50

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática que muestra un intercambiador de calor que presenta una estructura de unión de tubos metálicos de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 La figura 2A es una vista en sección que muestra una estructura de unión de tubos metálicos de acuerdo con la realización de la presente invención, y la figura 2B es una vista en sección que muestra una ampliación de una parte sustancial de la estructura de unión de tubos metálicos.

La figura 3 es un gráfico que muestra la relación entre grosor de una capa de compuesto intermetálico y resistencia a la presión.

10 Las figuras 4A y 4B son vistas en sección que muestran un método para fabricar la estructura de unión de tubos metálicos.

La figura 5 es una vista en sección que muestra una ampliación de una parte sustancial de una primera modificación de la estructura de unión de tubos metálicos.

15 La figura 6A es una vista en sección que muestra una segunda modificación de la estructura de unión de tubos metálicos, y la figura 6B es una vista en sección que muestra una ampliación de una parte sustancial de la segunda modificación.

La figura 7A es una vista en sección que muestra una tercera modificación de la estructura de unión de tubos metálicos, la figura 7B es una vista en sección que muestra una cuarta modificación de la estructura de unión de tubos metálicos, y la figura 7C es una vista en sección que muestra una quinta modificación de la estructura de unión de tubos metálicos.

20 La figura 8A es una vista en sección que muestra una sexta modificación de la estructura de unión de tubos metálicos, la figura 8B es una vista en sección que muestra una séptima modificación de la estructura de unión de tubos metálicos, y la figura 8C es una vista en sección que muestra una octava modificación de la estructura de unión de tubos metálicos.

Descripción de realizaciones

25 En lo que sigue será descrita con detalle una estructura de unión 10 de tubos metálicos de acuerdo con una realización de la presente invención, con referencia a los dibujos. Será descrito en primer lugar un intercambiador de calor con la estructura de unión 10 de tubos metálicos.

<Intercambiador de calor>

30 El intercambiador de calor 51 que muestra la figura 1 puede ser usado como evaporador, condensador de un dispositivo de aire acondicionado o similar. El intercambiador de calor 51 puede ser, por ejemplo, un intercambiador de calor que incluya un canal de flujo de refrigerante con un diámetro interior pequeño, denominado intercambiador de calor de microcanales.

35 El intercambiador de calor 51 incluye colectores 52 y 53, una pluralidad de tubos 54 de transmisión de calor planos, una pluralidad de aletas 55 y la estructura de unión 10. Primeros tubos metálicos 11 que contienen un primer metal M1 como componente principal están conectados, respectivamente, con partes superior e inferior del colector 52. Cada primer tubo metálico 11 está unido con un segundo tubo metálico 12 que contiene un segundo metal M2 como componente principal. La estructura de unión 10 será descrita después.

40 Cada tubo 54 de transmisión de calor puede ser un tubo metálico tal como un tubo con múltiples orificios. La pluralidad de tubos 54 de transmisión de calor están dispuestos paralelamente uno a otro. La dirección longitudinal de cada tubo 54 de transmisión de calor es perpendicular a la dirección del flujo de aire. Cada aleta 55 puede ser, por ejemplo, una placa de metal curvada en forma de onda y dispuesta entre los tubos 54 de transmisión de calor planos. La dirección de grosor de la aleta 55 es perpendicular a la dirección del flujo de aire.

45 A modo de ejemplo, un refrigerante que penetre en el colector 52 a través del segundo tubo metálico 12 superior y del primer tubo metálico superior 11 diverge a partir del colector 52 para penetrar en la pluralidad de tubos 54 de transmisión de calor o fluir secuencialmente por la pluralidad de tubos 54 de transmisión de calor. El refrigerante que fluye por la pluralidad de tubos 54 de transmisión de calor planos es mezclado en el colector 53. El refrigerante mezclado fluye desde el colector 53 para penetrar en otra pluralidad de tubos 54 de transmisión de calor. El refrigerante que fluye por los tubos 54 de transmisión de calor finalmente sale del intercambiador de calor 51 por el primer tubo metálico 11, conectado con la porción inferior del colector 52.

<Estructura de unión de tubos metálicos>

50 La figura 2A muestra una vista en sección que muestra la estructura de unión 10 de tubos metálicos de acuerdo con la realización de la presente invención, y la figura 2B es una vista en sección que muestra una ampliación de una parte sustancial de la estructura de unión 10. En la presente realización será descrito un ejemplo en el que el primer metal

ES 2 762 216 T3

M1 es aluminio o una aleación de aluminio y el segundo metal M2 es cobre o una aleación de cobre. Un tubo de aluminio 11 o primer tubo metálico está hecho de aluminio o una aleación de aluminio, y un tubo de cobre 12 o segundo tubo metálico está hecho de cobre o una aleación de cobre. El tubo de aluminio 11 y el tubo de cobre 12 están unidos entre sí mediante un metal de aporte de soldadura 14.

5 El tubo de aluminio 11 está provisto de una parte de conexión de diámetro aumentado 13 usada para su conexión con el tubo de cobre 12. La parte de conexión de diámetro aumentado 13 está formada en una parte de extremo del tubo de aluminio 11. El diámetro interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 es mayor que el diámetro interior de la parte 16 adyacente a la parte de conexión de diámetro aumentado 13. El tubo de cobre 12 está insertado en un extremo abierto 13a de la parte de conexión de diámetro aumentado 13, hacia el extremo de base 13b de la parte de conexión de diámetro aumentado 13. El extremo de base 13b se refiere a una porción de límite entre la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y la parte adyacente 16, y es una porción cuyo diámetro interior varía.

10 La parte de conexión de diámetro aumentado 13 está formada por abocinamiento de la parte de extremo del tubo de aluminio 11. Aunque los tamaños del tubo de aluminio 11 y del tubo de cobre 12 no están limitados particularmente, se ofrece el ejemplo que sigue. El diámetro interior de la parte adyacente 16 del tubo de aluminio 11 y el diámetro interior del tubo de cobre 12 se ajustan de manera que sean aproximadamente iguales con el fin de reducir la resistencia al flujo de refrigerante en estos tubos. El diámetro exterior de la parte adyacente 16 del tubo de aluminio 11 se ajusta de manera que sea mayor que el diámetro exterior del tubo de cobre 12 en consideración a la resistencia a la presión.

15 Adicionalmente, un ejemplo de dimensiones respectivas en el caso en que el tubo de cobre 12 tenga un tamaño igual o mayor que 1/8 de pulgada (3,17 mm) es como sigue. La profundidad de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 o longitud vertical L1 de la superficie circunferencial interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 es ventajosamente mayor o igual que 5 mm con el fin de aumentar el área de unión entre los tubos. El diámetro interior de la zona de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 opuesta al tubo de cobre 12 es ventajosamente entre 0,1 mm y 0,6 mm mayor que el diámetro exterior del tubo de cobre 12. De modo consiguiente se crea un espacio libre en el que el metal de aporte 14 puede fluir.

20 Como se muestra en la figura 2B, el metal de aporte de soldadura 14 entre la superficie exterior del tubo de cobre 12 y la superficie interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13. En este caso, la superficie exterior del tubo de cobre 12 incluye la superficie circunferencial exterior (superficie exterior) del tubo de cobre 12 y la superficie de la punta (superficie del extremo inferior) del tubo de cobre 12. La superficie interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 incluye la superficie circunferencial interior (superficie interior) de la parte de conexión de diámetro aumentado 13, la superficie no uniforme de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 opuesta a la superficie de la punta del tubo de cobre 12, y la superficie de la punta (la superficie de extremo del lado del extremo abierto 13a) de la parte de conexión de diámetro aumentado 13. La superficie no uniforme es la superficie inclinada que conecta la superficie circunferencial interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 con la superficie circunferencial interior de la parte adyacente 16.

25 En la realización que muestra la figura 2B, el metal de aporte de soldadura 14 se coloca de forma que cubra aproximadamente toda la zona de la superficie interior (la superficie circunferencial interior y la superficie no uniforme) de la parte de conexión de diámetro aumentado 13. Como metal de aporte de soldadura 14 se puede usar un metal de aporte de soldadura que contenga el primer metal M1 o el segundo metal M2 como componente principal. Se describirá un ejemplo de la presente realización en el que es usado un metal de aporte de soldadura que contiene aluminio como componente principal, más específicamente, un metal de aporte de soldadura de aluminio-silicio (metal de aporte de soldadura Al-Si).

30 Hay una capa de compuesto intermetálico 15 de aluminio y cobre en la interfaz de aluminio y cobre situada entre el metal de aporte de soldadura 14 y el tubo de cobre 12. La capa de compuesto intermetálico 15 se forma en aproximadamente toda la zona en que el metal de aporte de soldadura 14 y la superficie exterior del tubo de cobre 12 (superficie circunferencial exterior y superficie de la punta) están enfrentados. Por tanto, en la dirección en que se extienden los tubos metálicos 11 y 12, ambas porciones de extremo 15a y 15b de la capa de compuesto intermetálico 15 están posicionadas, respectivamente, en la proximidad del extremo abierto 13a y en la proximidad del extremo de base 13b de la parte de conexión de diámetro aumentado 13.

35 Como la capa de compuesto intermetálico 15 de aluminio y cobre es frágil (dura y quebradiza), el grosor de la capa de compuesto intermetálico 15 es favorablemente reducido. La capa de compuesto intermetálico 15 es una capa que se forma en la interfaz de aluminio y cobre al reaccionar el aluminio y el cobre cuando son sometidos a temperatura elevada durante la soldadura de los tubos metálicos 11 y 12. En la formación de la capa de compuesto intermetálico 15 influye la temperatura de soldadura y el tiempo en el que el metal de aporte de soldadura 14 esté fundido, influyendo de manera particular la temperatura de soldadura. Como los diámetros interiores de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y la parte adyacente 16 son distintos, es probable que se concentre tensión en el extremo de base 13b de la parte de conexión de diámetro aumentado 13, que constituye la porción de límite entre la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y la parte adyacente 16.

De acuerdo con las consideraciones antedichas, en la presente realización el grosor t2 de la porción de extremo 15b de la capa de compuesto intermetálico 15 situada en el lado del extremo de base 13b se ajusta de manera que sea menor que el grosor t1 de la porción de extremo 15a de la capa de compuesto intermetálico 15 situada en el lado del extremo abierto 13a. Consiguientemente, aun cuando se concentre tensión en el extremo de base 13b de la parte de conexión de diámetro aumentado 13, como el grosor t2 de la porción de extremo 15b de la capa de compuesto intermetálico 15 del lado del extremo de base 13b es menor que el grosor t1, el deterioro de la resistencia a la concentración de tensión (en particular, resistencia a la separación) puede ser evitado.

En el caso del modo que muestra la figura 2B, como la porción de extremo inferior del metal de aporte de soldadura 14 se extiende hasta el extremo de base 13b de la parte de conexión de diámetro aumentado 13, el grosor t2 es la dimensión en dirección vertical (dirección longitudinal del tubo de aluminio 11) de la capa de compuesto intermetálico 15 formada entre la superficie inferior del tubo de cobre 12 y el metal de aporte de soldadura 14. Además, el grosor de la capa de compuesto intermetálico 15 se reduce gradualmente a medida que se extiende desde la porción de extremo 15a del lado del extremo abierto 13a hacia la porción de extremo 15b del lado del extremo de base 13b.

Además, el grosor máximo de la capa de compuesto intermetálico 15 influye también en la durabilidad (en particular, la resistencia a la separación) de la estructura de unión 10. El gráfico de la figura 3 muestra la relación entre grosor máximo de la capa de compuesto intermetálico 15 y resistencia a la presión. El gráfico muestra el resultado de una medición de resistencia a la presión de muestras preparadas respectivamente por variación del grosor máximo de la capa de compuesto intermetálico 15 entre 10 µm y 45 µm.

Como muestra el gráfico de la figura 3, la resistencia a la presión tiende a reducirse al aumentar el grosor máximo de la capa de compuesto intermetálico 15. A partir de los datos representados mediante el gráfico, el grosor máximo de la capa de compuesto intermetálico 15 puede ser ajustado de manera que satisfaga distintos criterios, tales como los criterios KHK (The High Pressure Gas Safety Institute). A modo de ejemplo específico, el grosor máximo admisible de la capa de compuesto intermetálico 15 puede ser determinado a partir de un criterio considerado necesario (por ejemplo, un criterio mínimo) de entre distintos criterios y de un gráfico que represente datos, de manera que el criterio necesario sea cumplido. Es ventajoso que el grosor máximo de la capa de compuesto intermetálico 15 de la presente realización sea menor o igual que 75 µm (este rango de valor numérico ventajoso es determinado por extrapolación de los datos representados mediante el gráfico de la figura 3). Es ventajoso también que el grosor t2 de la porción de extremo 15b de la capa de compuesto intermetálico 15 situada en el lado del extremo de base 13b sea menor o igual que 45 µm. El grosor máximo de la capa de compuesto intermetálico 15 que permite aumentar ventajosamente la resistencia a la presión es menor o igual que 50 µm.

(Método de fabricación)

Se describirá a continuación un método para fabricar la estructura de unión 10 de los tubos metálicos. En la presente realización son usados medios de calentamiento por alta frecuencia (calentamiento por inducción) durante una operación de unión en la que el tubo de aluminio 11 y el tubo de cobre 12 son unidos uno con otro.

En primer lugar, el tubo de aluminio 11 con la parte de conexión de diámetro aumentado 13 formada por abocinamiento o similar y el tubo de cobre 12 son dispuestos en posiciones predeterminadas para ser fijados y posicionados mediante miembros de soporte (no mostrados). Específicamente, como muestra la figura 4A, el tubo de aluminio 11 es dispuesto de manera que la longitud de dicho tubo de aluminio 11 esté orientada en dirección vertical, y la parte de conexión de diámetro aumentado 13 es dispuesta con el extremo abierto 13a orientado hacia arriba. Con la longitud del tubo de cobre 12 orientada en dirección vertical, la parte de extremo del tubo de cobre 12 es insertada en la parte de conexión de diámetro aumentado 13 por el extremo abierto 13a.

Un metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a es dispuesto en la superficie superior del extremo abierto 13a de la parte de conexión de diámetro aumentado 13. La cantidad de metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a se ajusta de manera apropiada de acuerdo con el tamaño del espacio entre la superficie interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y la superficie exterior del tubo de cobre 12.

Es ventajoso aplicar un fundente de antemano a la superficie exterior de la parte de extremo del tubo de cobre 12 que ha de ser insertada en la parte de conexión de diámetro aumentado 13 para aumentar la humectabilidad entre el metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a que contiene aluminio como componente principal y el tubo de cobre 12. El metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a fundido puede penetrar así de manera más suave en el espacio libre entre la superficie interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y la superficie exterior del tubo de cobre 12. A modo de ejemplo, el metal de aporte de soldadura 14 puede ser dispuesto de manera que se extienda desde el extremo abierto 13a hasta el extremo de base 13b, como muestra la figura 2B. Puede ser aplicado fundente también a la superficie interior de la parte 13 de diámetro aumentado.

Bobinas de calentamiento C1, C2 y C3 usadas para el calentamiento por alta frecuencia son dispuestas en torno al tubo de aluminio 11 y al tubo de cobre 12. Las bobinas de calentamiento C1, C2 y C3 pueden consistir en una bobina de una sola pieza conectada en espiral o en bobinas separadas. Las bobinas de calentamiento C1, C2 y C3 son dispuestas por este orden en dirección vertical.

La bobina de calentamiento central C2 es posicionada en torno al extremo abierto 13a de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 para calentar el metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a y la proximidad del extremo abierto 13a. La bobina de calentamiento C1, posicionada encima de la bobina de calentamiento C2, está prevista principalmente para calentar un material principal (el tubo de cobre 12). La bobina de calentamiento C3 es posicionada debajo de la bobina de calentamiento C2. La bobina de calentamiento C3 está posicionada en la proximidad del extremo de base 13b de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y está prevista principalmente para calentar la proximidad del extremo de base 13b de un material principal (el tubo de aluminio 11).

Una corriente de alta frecuencia es aplicada a las bobinas de calentamiento C1, C2 y C3 mediante una fuente de alimentación (no mostrada) para calentar por inducción las porciones respectivas. De esta manera se funde el metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a, y como muestra la figura 4B, dicho metal de aporte de soldadura 14a penetra en el espacio libre entre la superficie interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y la superficie exterior del tubo de cobre 12. De manera consiguiente, el tubo de aluminio 11 y el tubo de cobre 12 quedan unidos mediante soldadura.

La temperatura T1 del tubo de cobre 12 posicionado radialmente dentro de la bobina de calentamiento C1, la temperatura T2 del extremo abierto 13a, y de su proximidad, de la parte de conexión de diámetro aumentado 13, y la temperatura T3 del extremo de base 13b, y de su proximidad, de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 se ajustan, mediante calentamiento por inducción, de manera que igualen o superen el punto de fusión del metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a pero no superen el punto de fusión de los materiales principales (tubo de aluminio 11 y tubo de cobre 12). Las temperaturas T1, T2 y T3 se ajustan de acuerdo con la distribución de temperatura que sigue. La temperatura T3 ha de ser menor que la temperatura T2. Así, el grosor de la capa de compuesto intermetálico 15 es configurado de manera que el grosor t2 de la porción de extremo del lado del extremo de base 13b sea menor que el grosor t1 de la porción de extremo del lado del extremo abierto 13a. Aunque la temperatura T1 puede ser ajustada a un nivel similar al de la temperatura T2, como la temperatura T1 es usada para calentar de manera suplementaria el tubo de cobre 12, alternativamente dicha temperatura T1 puede ser ajustada a un nivel inferior al de la temperatura T2.

Adicionalmente, merced al uso de medios de calentamiento por alta frecuencia las porciones respectivas pueden ser calentadas localmente de manera que sus temperaturas puedan ser ajustadas individualmente del modo descrito. Además, la aplicación local del calentamiento de alta frecuencia permite que las temperaturas de las porciones respectivas puedan ser subidas y bajadas en un corto periodo tiempo. Al ser posible conseguir un ciclo térmico brusco pueden evitarse aportes de calor superfluos a los tubos metálicos 11 y 12 y al metal de aporte de soldadura 14. Como consecuencia, puede ser evitada la formación de capa de compuesto intermetálico 15. Además, los tiempos durante los cuales se mantienen las temperaturas T1, T2 y T3 una vez aumentadas pueden ser ajustados de antemano para permitir que el metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a fundido fluya hasta una posición predeterminada (por ejemplo, el extremo de base 13b).

Además, los medios de calentamiento por alta frecuencia usados en la descripción que antecede no son limitativos. A modo de ejemplo, los medios de calentamiento pueden consistir en un láser en vez de calentamiento por alta frecuencia. Un láser también permite aplicar calor localmente y ajustar las temperaturas de las porciones respectivas individualmente de manera similar al calentamiento por alta frecuencia.

A modo de ejemplo, pueden ser usados un láser YAG bombeado mediante lámparas, un láser YAG bombeado mediante diodos o un láser de CO₂. Ventajosamente, cuando el calentamiento sea realizado mediante un láser las temperaturas de las porciones respectivas pueden ser ajustadas a las temperaturas T1, T2 y T3 o similares, como ha sido descrito. Estas temperaturas pueden ser conseguidas, por ejemplo, por ajuste de la salida de láser.

(Primera modificación)

La figura 5 es una vista en sección ampliada de una parte sustancial de una primera modificación de la estructura de unión 10 de tubos metálicos. La estructura de unión 10 de acuerdo con esta primera modificación difiere del modo que muestra la figura 2B por que la porción de extremo inferior del metal de aporte de soldadura 14 está prevista en una posición anterior al extremo de base 13b (posición en el lado del extremo abierto 13a).

El metal de aporte de soldadura 14 está dispuesto entre la superficie circunferencial exterior del tubo de cobre 12 y la superficie circunferencial interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13, y no entre la superficie de la punta del tubo de cobre 12 y la superficie no uniforme de la parte de conexión de diámetro aumentado 13. La porción de extremo inferior del metal de aporte de soldadura 14 se encuentra aproximadamente a la misma altura que la parte de extremo inferior del tubo de cobre 12. La posición de la porción de extremo inferior del metal de aporte de soldadura 14 puede ser ajustada, por ejemplo, merced al ajuste de la región de la superficie exterior del tubo de cobre 12 a la que el fundente antedicho sea aplicado.

En esta primera modificación, el grosor t2 de la porción de extremo 15b de la capa de compuesto intermetálico 15 posicionada en el lado del extremo de base 13b se ajusta de modo que sea menor que el grosor t1 de la porción de extremo 15a de la capa de compuesto intermetálico 15 posicionada en el lado del extremo abierto 13a, de manera similar a la descrita antes. En el caso de la presente primera modificación, como muestra la figura 5, el grosor t2 de la

porción de extremo 15b de la capa de compuesto intermetálico 15 posicionada en el lado del extremo de base 13b es la dimensión de la capa de compuesto intermetálico 15 en dirección horizontal (dirección del grosor del tubo de cobre 12).

(Segunda modificación)

5 La figura 6A es una vista en sección que muestra una segunda modificación de la estructura de unión 10 de tubos metálicos, y la figura 6B es una vista en sección ampliada de una parte sustancial de la segunda modificación. Como muestran las figuras 6A y 6B, la estructura de unión 10 de acuerdo con esta segunda modificación difiere del modo que muestra la figura 2B por que el tubo de cobre 12 presenta una parte de conexión de diámetro aumentado 13.

10 En esta segunda modificación, un metal de aporte de soldadura que contiene aluminio como componente principal, tal como un metal de aporte de soldadura de aluminio-silicio, es usado como metal de aporte de soldadura 14 de manera similar a la descripción que antecede. Por tanto, existe una capa de compuesto intermetálico 15 de aluminio y cobre en la interfaz de aluminio y cobre situada entre el metal de aporte de soldadura 14 y el tubo de cobre 12.

15 La capa de compuesto intermetálico 15 está formada en aproximadamente toda la región en que están enfrentados el metal de aporte de soldadura 14 y la superficie interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 del tubo de cobre 12. De esta manera, en la dirección en que se extienden los tubos metálicos 11 y 12 (dirección vertical), las dos porciones de extremo 15a y 15b de la capa de compuesto intermetálico 15 están posicionadas, respectivamente, en la proximidad del extremo abierto 13a y en la proximidad del extremo de base 13b de la parte de conexión de diámetro aumentado 13. La porción de extremo 15a de la capa de compuesto intermetálico 15 del lado del extremo abierto 13a está posicionada entre la superficie de la punta de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y el metal de aporte de soldadura 14. La parte de extremo 15b de la capa de compuesto intermetálico 15 del lado del extremo de base 13b está posicionada entre la superficie no uniforme de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y el metal de aporte de soldadura 14.

25 El grosor t_2 de la porción de extremo 15b de la capa de compuesto intermetálico 15 posicionada en el lado del extremo de base 13b es menor que el grosor t_1 de la porción de extremo 15a de la capa de compuesto intermetálico 15 posicionada en el lado del extremo abierto 13a. Como muestra la figura 6B en el caso de la presente segunda modificación, una porción de extremo superior del metal de aporte de soldadura 14 cubre parcialmente la superficie de la punta (superficie superior) del extremo abierto 13a de la parte de conexión de diámetro aumentado 13, por lo que el grosor t_1 es la dimensión en dirección vertical de la capa de compuesto intermetálico 15 formada entre la superficie de la punta del extremo abierto 13a y el metal de aporte de soldadura 14. Además, puesto que la porción de extremo inferior del metal de aporte de soldadura 14 se extiende hasta el extremo de base 13b de la parte de conexión de diámetro aumentado 13, el grosor t_2 es igual al grosor de la capa de compuesto intermetálico 15 formada entre la superficie no uniforme de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y el metal de aporte de soldadura 14 en el extremo de base 13b.

(Tercera modificación)

35 La figura 7A es una vista en sección que muestra una tercera modificación de la estructura de unión 10 de los tubos metálicos. La estructura de unión 10 de acuerdo con esta tercera modificación difiere del modo que muestra la figura 2A por que la porción de extremo superior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 está provista también de una porción abocinada 13c. En la presente tercera modificación, de manera similar al modo que muestra la figura 2A, el grosor t_2 de la porción de extremo 15b de la capa de compuesto intermetálico 15 posicionada en el lado del extremo de base 13b es menor que el grosor t_1 de la porción de extremo 15a de la capa de compuesto intermetálico 15 posicionada en el lado del extremo abierto 13a.

45 La porción abocinada 13c de acuerdo con la presente tercera modificación se inclina y ensancha oblicuamente hacia arriba con respecto a la dirección en que se extiende el tubo de aluminio 11 (dirección vertical). De esta manera, durante la soldadura, el metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a puede ser dispuesto de manera estable entre la porción abocinada 13c y la superficie circunferencial exterior del tubo de cobre 12. Además, la superficie interior inclinada de la porción abocinada 13c cumple también la función de guiar hacia abajo, durante la soldadura, el metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a fundido. Esto facilita la penetración del metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a fundido en el espacio libre entre la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y el tubo de cobre 12. Además, debido a la presencia de la porción abocinada 13c, cuando se realiza la soldadura por inyección del metal de aporte sin usar el metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a (soldadura de inyección manual), la forma de la tercera modificación facilita de manera ventajosa la inyección del metal de aporte de soldadura.

50 A modo de ejemplo, el tamaño al que ha de ser aumentado el diámetro de la porción abocinada 13c en dirección radial puede ser ajustado ventajosamente de manera que sea igual al diámetro del metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a. Alternativamente, la porción abocinada 13c puede ser ensanchada hacia fuera en dirección radial (dirección horizontal).

(Cuarta modificación)

La figura 7B es una vista en sección de una cuarta modificación de la estructura de unión 10 de los tubos metálicos. La estructura de unión 10 de acuerdo con esta cuarta modificación difiere del modo que muestra la figura 2A por que toda la parte de conexión de diámetro aumentado 13 está inclinada con respecto a la dirección en la que se extiende el tubo de aluminio 11.

5 La parte de conexión de diámetro aumentado 13 de acuerdo con esta cuarta modificación presenta una forma estrechada en la que el diámetro interior se reduce gradualmente a medida que se extiende desde el extremo abierto 13a hacia el extremo de base 13b. La inclinación de la superficie circunferencial interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 facilita la penetración del metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a fundido en el espacio libre entre la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y el tubo de cobre 12. A modo de ejemplo, el tamaño del espacio libre entre la superficie circunferencial interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y la superficie circunferencial exterior del tubo de cobre 12 en el extremo abierto 13a puede ser ajustado ventajosamente de manera que sea aproximadamente igual al diámetro del metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a. En consecuencia, durante la soldadura, el metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a puede ser dispuesto en la porción de extremo superior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 de manera estable.

15 (Quinta modificación)

La figura 7C es una vista en sección que muestra una quinta modificación de la estructura de unión 10 de los tubos metálicos. La estructura de unión 10 de acuerdo con esta quinta modificación combina particularidades de la tercera y la cuarta modificación. La parte de conexión de diámetro aumentado 13 de acuerdo con esta quinta modificación presenta una configuración estrechada en la que el diámetro interior se reduce gradualmente a medida que se extiende desde el extremo abierto 13a hacia el extremo de base 13b. Además, está prevista también una porción abocinada 13c en la porción de extremo superior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13.

(Sexta modificación)

La figura 8A es una vista en sección de una sexta modificación de la estructura de unión 10 de los tubos metálicos. La estructura de unión 10 de acuerdo con la presente sexta modificación difiere del modo que muestra la figura 2A por que la parte de conexión de diámetro aumentado 13 no presenta una forma abocinada y por que la parte de conexión de diámetro aumentado 13 es formada por aumento del diámetro interior de la parte de extremo de un tubo metálico merced al uso de medios de tratamiento tales como corte (por ejemplo, corte mediante una máquina de perforar). En la presente sexta modificación, de manera similar al modo que muestra la figura 2A, el grosor t_2 de la porción de extremo 15b de la capa de compuesto intermetálico 15 posicionada en el lado del extremo de base 13b es menor que el grosor t_1 de la porción de extremo 15a de la capa de compuesto intermetálico 15 posicionada en el lado del extremo abierto 13a.

El diámetro exterior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 de la presente sexta modificación es aproximadamente igual al diámetro exterior de la parte adyacente 16. La parte de conexión de diámetro aumentado 13 presenta una forma aproximadamente cilíndrica. Como en la presente sexta modificación la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y la parte adyacente 16 están conectadas entre sí sin variación del diámetro exterior, el grado de concentración de tensión en el extremo de base 13b de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y también la tensión residual se reducen en comparación con el caso de una parte de conexión de diámetro aumentado 13 formada por abocinamiento.

La superficie circunferencial interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 está conectada con la superficie circunferencial interior de la parte adyacente 16 merced a la superficie no uniforme 13d. La superficie no uniforme 13d cumple la función de posicionar el tubo de cobre 12 cuando la parte de extremo inferior del tubo de cobre 12 se pone en contacto con dicha superficie no uniforme 13d.

(Séptima modificación)

La figura 8B es una vista en sección de una séptima modificación de la estructura de unión 10 de los tubos metálicos. La estructura de unión 10 de acuerdo con esta séptima modificación difiere de la sexta modificación por que una porción de esquina radialmente interior 13e (porción de borde) de la porción de extremo superior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 presenta forma de chaflán (circular o recto, por ejemplo, de 45°).

En la presente séptima modificación, durante la soldadura, el metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a es dispuesto de manera estable entre la porción de esquina 13e y la superficie circunferencial exterior del tubo de cobre 12. La superficie interior inclinada de la porción de esquina 13e también cumple la función de guiar hacia abajo el metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a fundido durante la soldadura. Esto facilita la penetración del metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a fundido en el espacio libre entre la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y el tubo de cobre 12. A modo de ejemplo, la dimensión en dirección radial de la porción de esquina 13e puede ser ajustada ventajosamente de manera que sea igual al diámetro del metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a.

(Octava modificación)

La figura 8C es una vista en sección de una octava modificación de la estructura de unión 10 de los tubos metálicos. La estructura de unión 10 de acuerdo con esta octava modificación difiere de la séptima modificación por que la superficie circunferencial interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 está inclinada con respecto a la dirección en que se extiende el tubo de aluminio 11.

5 La parte de conexión de diámetro aumentado 13 de acuerdo con la octava modificación presenta una forma estrechada en la que el diámetro interior se reduce gradualmente a medida que se extiende desde el extremo abierto 13a hacia el extremo de base 13b. La inclinación de la superficie circunferencial interior de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 facilita la penetración del metal de aporte de soldadura en forma de anillo 14a fundido en el espacio libre entre la parte de conexión de diámetro aumentado 13 y el tubo de cobre 12. Aunque en la presente octava modificación la parte de conexión de diámetro aumentado 13 está dotada de una porción de esquina achaflanada 13e similar a la de la séptima modificación, puede ser previsto un modo alternativo en el que la porción de esquina 13e no esté achaflanada y solo presente la configuración estrechada.

10 Como ha sido descrito, de acuerdo con la presente realización, el grosor de la capa de compuesto intermetálico 15 está configurado de manera que el grosor de la porción de extremo 15b del lado del extremo de base 13b sea menor que el grosor de la porción de extremo 15a del lado del extremo abierto 13a. Como el grosor t_2 de la capa de compuesto intermetálico 15 en la porción de extremo 15b del lado del extremo de base 13b es pequeño, aun cuando se concentre tensión en dicho extremo de base 13b de la parte de conexión de diámetro aumentado 13 se evita el deterioro de la durabilidad como consecuencia de la concentración de tensión. Además, al ser evitado el deterioro de la durabilidad merced al control del grosor de la capa de compuesto intermetálico 15 del modo descrito, no es necesario usar una unión de acero inoxidable o similar como ha sido convencional. De esta manera, de acuerdo con la presente realización, puede evitarse el deterioro de la fiabilidad de la porción de unión entre tubos metálicos y evitarse al mismo tiempo el aumento de coste.

15 Además, en la presente realización el grosor de la capa de compuesto intermetálico 15 se reduce gradualmente a medida que esta se extiende desde la porción de extremo 15a del lado del extremo abierto 13a hacia la porción de extremo 15b del lado del extremo de base 13b. Si una variación abrupta del grosor de la capa de compuesto intermedio 15 es evitada y el grosor varía gradualmente desde la porción de extremo 15a del lado del extremo abierto 13a hacia la porción de extremo 15b del lado del extremo de base 13b como ha sido descrito, puede ser evitado el deterioro de durabilidad como consecuencia de la tensión.

20 Por otra parte, la realización específica descrita en lo que antecede incluye esencialmente una invención prevista como sigue.

25 Una estructura de unión de tubos metálicos de acuerdo con la presente realización incluye: un primer tubo metálico que contiene un primer metal como componente principal y un segundo tubo metálico que contiene un segundo metal, distinto del primer metal, como componente principal. Uno de los dos tubos metálicos incluye una parte de conexión de diámetro aumentado formada en una parte de extremo de dicho uno de los dos tubos metálicos, siendo mayor el diámetro interior de la parte de extremo que el diámetro interior de la parte adyacente a la parte de extremo. El otro tubo metálico está insertado en la parte de conexión de diámetro aumentado por su extremo abierto, hacia el extremo de base de dicha parte de conexión de diámetro aumentado, y hay un metal de aporte de soldadura que contiene el primer metal o el segundo metal como componente principal entre la superficie exterior del otro tubo metálico y la superficie interior de la parte de conexión de diámetro aumentado. Existe una capa de compuesto intermetálico del primero y segundo metal en la interfaz del primero y segundo metal situada entre el metal de aporte de soldadura y dicho uno de los dos tubos metálicos. El grosor de la capa de compuesto intermetálico está previsto de manera que el grosor de la porción de extremo del lado del extremo de base sea menor que el grosor de la porción de extremo del lado del extremo abierto.

30 La parte de extremo de uno de los tubos metálicos de esta configuración está prevista como parte de conexión de diámetro aumentado del modo descrito en lo que antecede. La parte de conexión de diámetro aumentado tiene un diámetro interior mayor que la parte adyacente que continúa desde la parte de conexión de diámetro aumentado. De esta manera, es probable que se concentre tensión en el extremo de base de la parte de conexión de diámetro aumentado. Hay una capa de compuesto intermetálico frágil creada en el límite entre los metales diferentes (límite entre el primer metal y el segundo metal).

35 De acuerdo con las consideraciones anteriores, el grosor de la capa de compuesto intermetálico de esta configuración se ajusta de manera que sea menor en la porción de extremo del lado del extremo de base que en la porción de extremo del lado del extremo abierto. De manera consiguiente, aun cuando se concentre tensión en el extremo de base de la parte de conexión de diámetro aumentado, al ser pequeño el grosor de la capa de compuesto intermetálico en la porción de extremo del lado del extremo de base puede ser evitado el deterioro de la durabilidad (en particular, de la resistencia a la separación) como consecuencia de la tensión. Al ser evitado el deterioro de la durabilidad de esta configuración merced al control del grosor de la capa de compuesto intermetálico como ha sido descrito, no es necesario usar una unión de acero inoxidable o similar como ha sido convencional. De esta manera, de acuerdo con la presente realización puede evitarse el deterioro de la fiabilidad de la porción de unión entre tubos metálicos y, al mismo tiempo, un aumento de coste.

5 Puede ser ilustrada una configuración de la estructura de unión de tubos metálicos descrita en lo que antecede en la que el grosor de la capa de compuesto intermetálico se reduzca gradualmente a medida que se extiende desde la porción de extremo del lado del extremo abierto hacia la porción de extremo del lado del extremo de base. Se evita así una variación abrupta del grosor de la capa de compuesto intermetálico, y el grosor varía gradualmente entre la porción de extremo del lado del extremo abierto y la porción de extremo del lado del extremo de base. De esta manera puede ser evitado también el deterioro de la durabilidad como consecuencia de la tensión.

En la estructura de unión de tubos metálicos descrita es ventajoso que el grosor de la capa de compuesto intermetálico sea menor o igual que 75 μm . Puede conseguirse así una fiabilidad particularmente alta de la porción de unión entre los tubos metálicos.

10 En la estructura de unión de tubos metálicos descrita es ventajoso que el primer tubo metálico sea un tubo de aluminio y el segundo tubo metálico un tubo de cobre. La presente invención es eficaz al ser probable que se forme un compuesto de tubo metálico de Cu-Al en la interfaz de cobre y aluminio, y tienda a deteriorarse la resistencia mecánica por efecto del compuesto de tubo metálico de Cu-Al.

15 En la estructura de unión de tubos metálicos descrita en lo que antecede es ventajoso que la parte de conexión de diámetro aumentado de uno de los tubos metálicos presente una configuración abocinada. La presente invención es eficaz en el caso de una parte de conexión de diámetro aumentado, al ser probable que se concentre tensión en el extremo de base de la configuración abocinada.

20 Además, para la estructura de unión de tubos metálicos descrita anteriormente, se puede adoptar un modo en el que el diámetro interior de la parte de conexión de diámetro aumentado sea mayor que el diámetro interior de la parte adyacente y que el diámetro exterior de la parte de conexión de diámetro aumentado sea igual al diámetro exterior de la parte adyacente. En este caso, como la parte de conexión de diámetro aumentado y la parte adyacente están conectadas entre sí sin variación del diámetro exterior, se reduce el grado de concentración de tensión en el extremo de base de la parte de conexión de diámetro aumentado en comparación con el modo de configuración abocinada descrito.

25 Además, la presente invención no se limita a la realización descrita, pudiendo ser hechas distintas modificaciones, mejoras y similares sin apartarse del espíritu y alcance de la presente invención.

30 Por ejemplo, aunque en la realización anterior se ha ejemplificado un caso en que el grosor de la capa de compuesto intermetálico 15 disminuye gradualmente a medida que se extiende desde la porción de extremo 15a del lado del extremo abierto 13a hacia la porción de extremo 15b del lado del extremo de base 13b, la presente invención no está limitada al mismo. A modo de ejemplo, puede ser previsto un modo en que el grosor de la capa de compuesto intermetálico 15 se reduzca localmente en la porción de extremo 15a, y su proximidad, del lado del extremo de base 13b, en el que es probable que se concentre tensión. Además, puede ser ilustrado también un modo en el que el grosor de la capa de compuesto intermetálico 15 se reduzca gradualmente a medida que se extiende desde la porción de extremo 15a del lado del extremo abierto 13a hacia la porción de extremo 15b del lado del extremo de base 13b, y el grosor de la capa de compuesto intermetálico 15 se mantenga aproximadamente constante entre cierto punto intermedio y la porción de extremo 15b del lado del extremo de base 13b.

Además, aunque en la realización anterior se ha descrito un ejemplo de estructura de unión entre el tubo de aluminio 11 y el tubo de cobre 12, la presente invención no está limitada a ello. La presente invención puede ser aplicada a otras estructuras de unión en las que se forme una capa de compuesto intermetálico al unir metales diferentes.

40 Adicionalmente, aunque en la realización anterior se ha descrito un ejemplo de un caso en el que se usa metal de aporte de soldadura de Al-Si como metal de aporte de soldadura, la presente invención no está limitada al mismo. Pueden ser usados también otros metales de aporte de soldadura, tales como metales de aporte de soldadura de Al-Zn o Al-Si-Zn.

45 Además, aunque en la realización anterior se ha descrito un ejemplo del uso de un metal de aporte de soldadura en forma de anillo como metal de aporte de soldadura durante la soldadura, la presente invención no está limitada al mismo. A modo de ejemplo, puede ser dispuesto entre tubos metálicos un metal de aporte de soldadura en forma de lámina, un metal de aporte de soldadura puede ser aplicado a uno o los dos extremos de los tubos metálicos o un metal de aporte de soldadura puede ser inyectado en un espacio libre entre los tubos metálicos.

Explicación de los números de referencia

- 50 11 tubo de aluminio
 12 tubo de cobre
 13 parte de conexión de diámetro aumentado
 13a extremo abierto
 13b extremo de base

- 14 metal de aporte de soldadura
- 15 capa de compuesto intermetálico
- 15a porción de extremo del lado del extremo abierto
- 15b porción de extremo del lado del extremo de base
- 5 16 parte adyacente
- M1 primer metal
- M2 segundo metal

REIVINDICACIONES

1. Una estructura de unión que comprende:

un primer tubo metálico (11) que contiene un primer metal (M1) como componente principal; y

5 un segundo tubo metálico (12) que contiene un segundo metal (M2) diferente del primer metal (M1) como componente principal, en la que

10 uno de los dos tubos metálicos (11, 12) incluye una parte de conexión de diámetro aumentado (13) formada en una parte de extremo de dicho uno de los dos tubos metálicos (11, 12), siendo mayor el diámetro interior de la parte de extremo que el diámetro interior de la parte (16) adyacente a la parte de extremo, estando insertado el otro tubo metálico (12, 11) en la parte de conexión de diámetro aumentado (13) por el extremo abierto (13a) de esta, hacia el extremo de base (13b) de la parte de conexión de diámetro aumentado (13), y estando dispuesto un metal de aporte de soldadura (14) que contiene el primer metal (M1) o el segundo metal (M2) como componente principal entre la superficie exterior del otro tubo metálico y la superficie interior de la parte de conexión de diámetro aumentado (13), y caracterizada por que

15 existe una capa de compuesto intermetálico (15) del primer metal (M1) y del segundo metal (M2) en la interfaz del primer metal (M1) y del segundo metal (M2) situada entre el metal de aporte de soldadura (14) y uno de los dos tubos metálicos (12, 11), estando previsto el grosor de la capa de compuesto intermetálico (15) de manera que el grosor de la porción de extremo (15b) del lado del extremo de base (13b) sea menor que el grosor de la porción de extremo (15a) del lado del extremo abierto (13a).

20 2. La estructura de unión de tubos metálicos de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el grosor de la capa de compuesto intermetálico (15) se reduce gradualmente a medida que se extiende desde la porción de extremo (15a) del lado del extremo abierto (13a) hacia la porción de extremo (15b) del lado del extremo de base (13b).

3. La estructura de unión de tubos metálicos de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en la que el grosor de la capa de compuesto intermetálico (15) es menor o igual que 75 μm .

25 4. La estructura de unión de tubos metálicos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el primer tubo metálico (11) es un tubo de aluminio y el segundo tubo metálico (12) es un tubo de cobre.

5. La estructura de unión de tubos metálicos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la parte de conexión de diámetro aumentado (13) de dicho uno de los dos tubos metálicos presenta una configuración abocinada.

30 6. La estructura de unión de tubos metálicos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el diámetro interior de la parte de conexión de diámetro aumentado (13) es mayor que el diámetro interior de la parte adyacente (16), y el diámetro exterior de la parte de conexión de diámetro aumentado (13) es igual al diámetro exterior de la parte adyacente (16).

FIG. 1

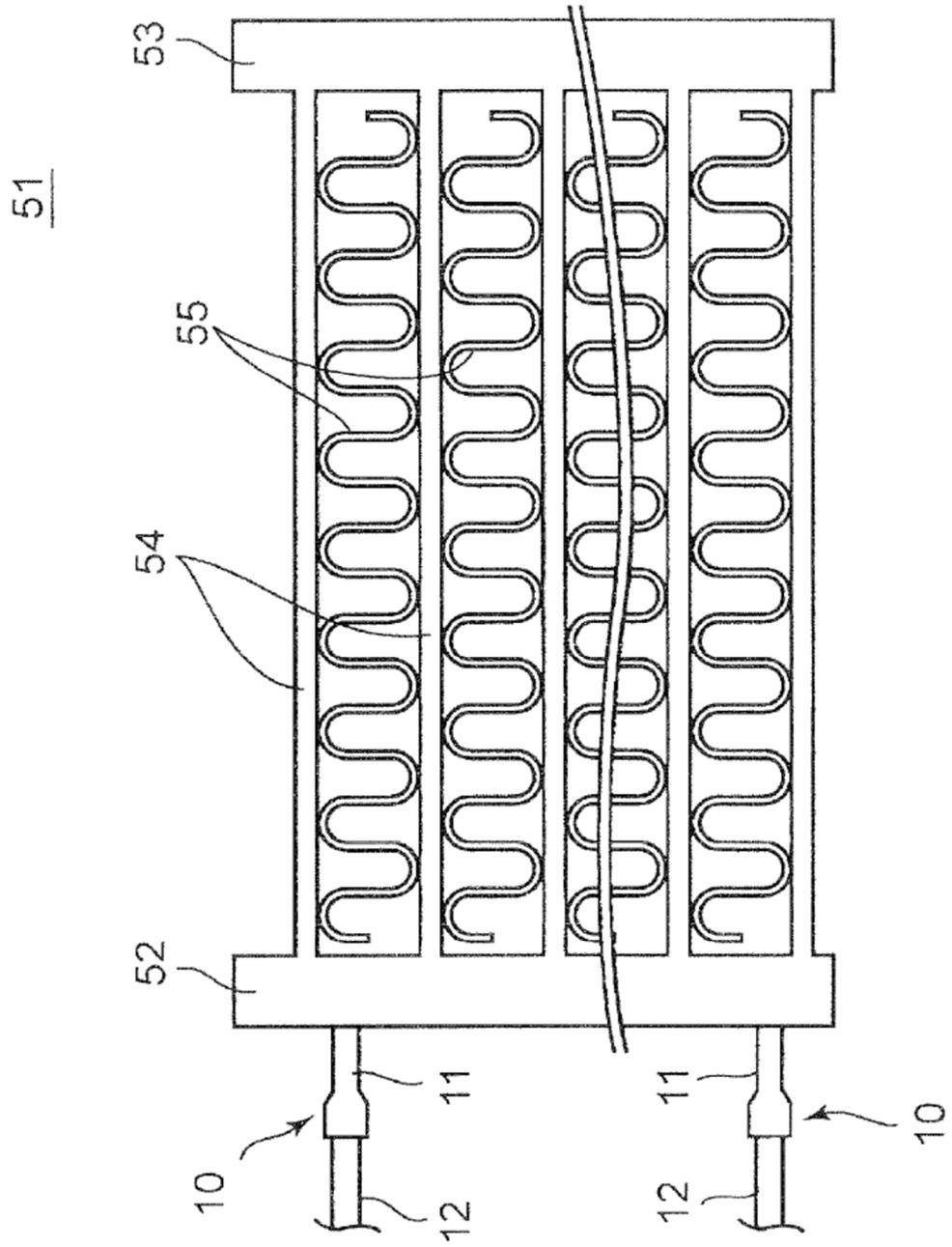


FIG. 2A

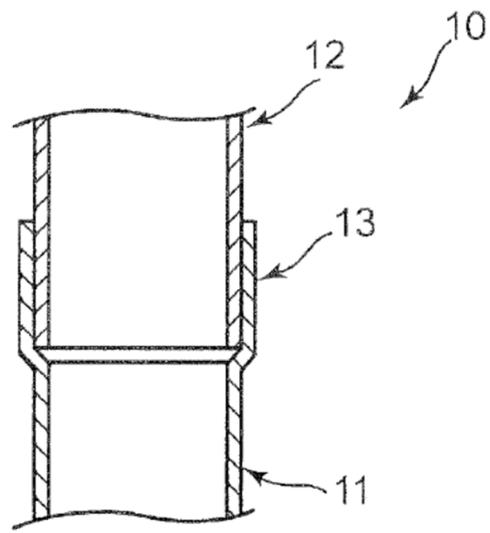


FIG. 2B

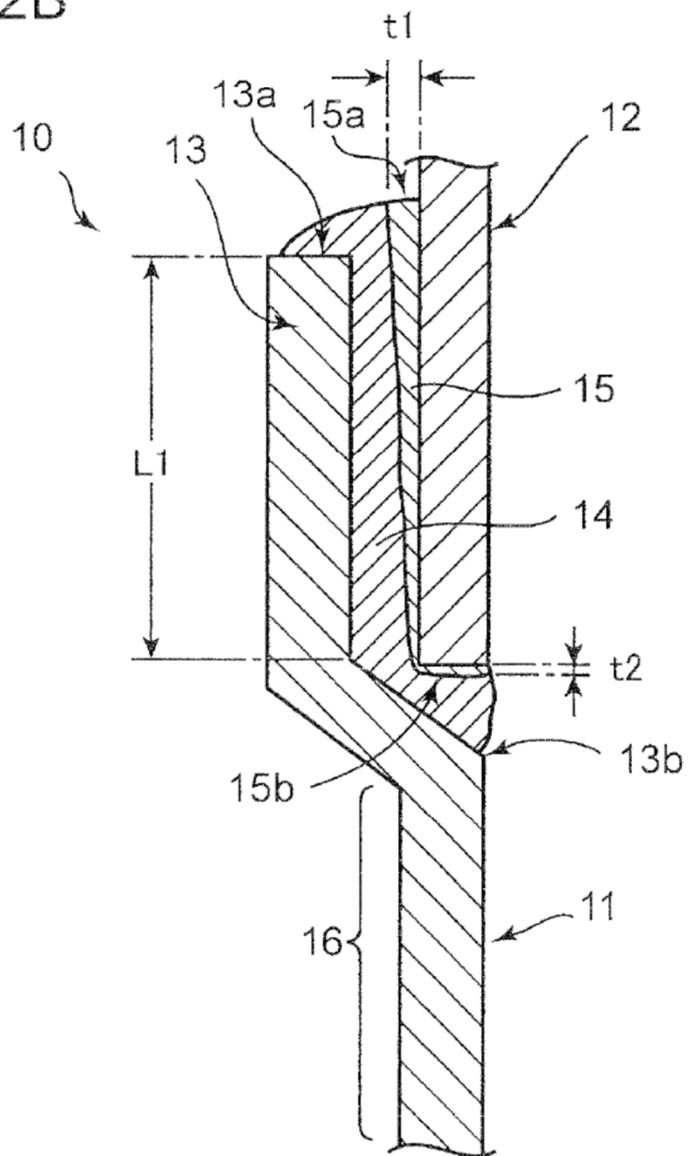


FIG. 3

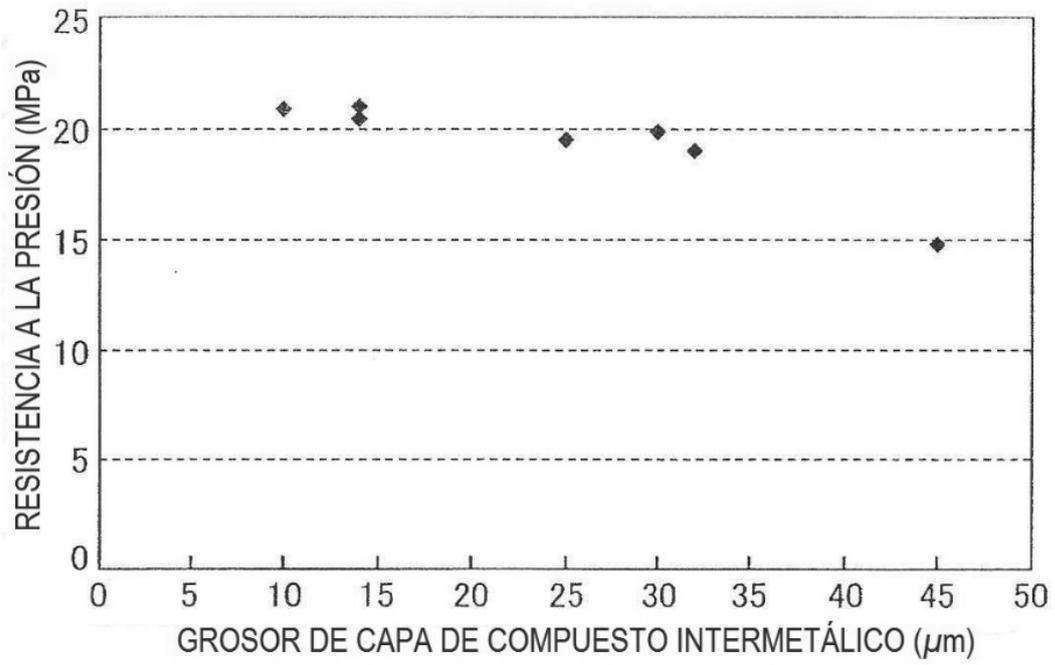


FIG. 4B

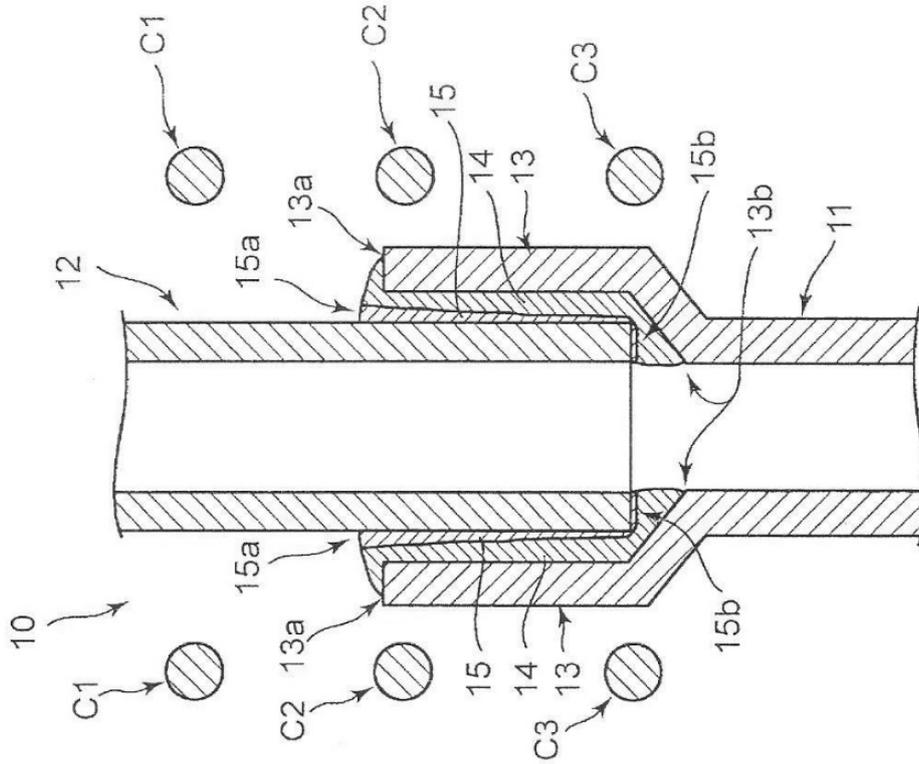


FIG. 4A

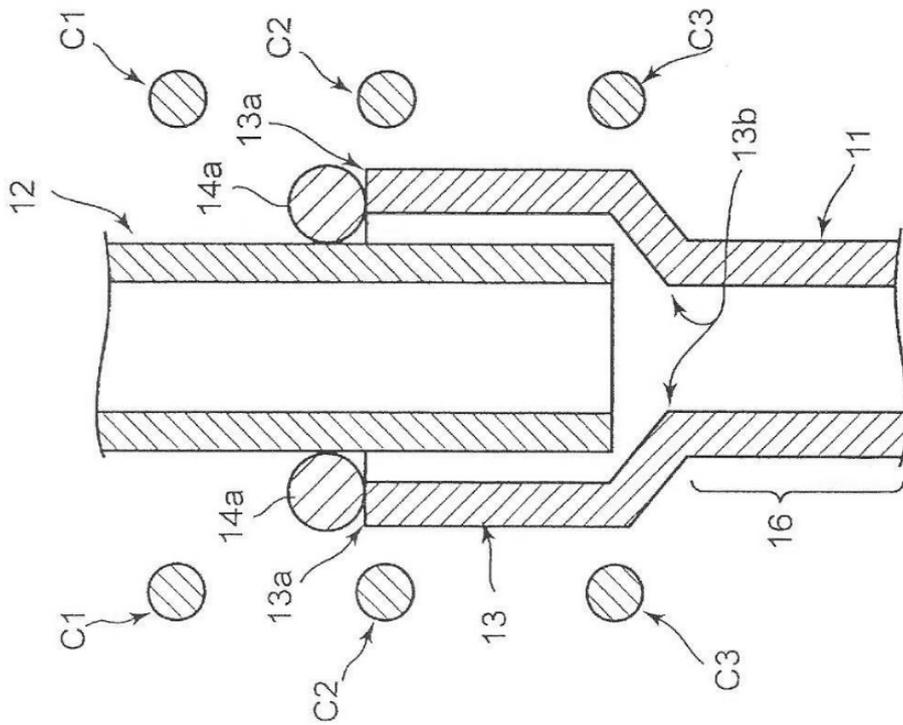


FIG. 5

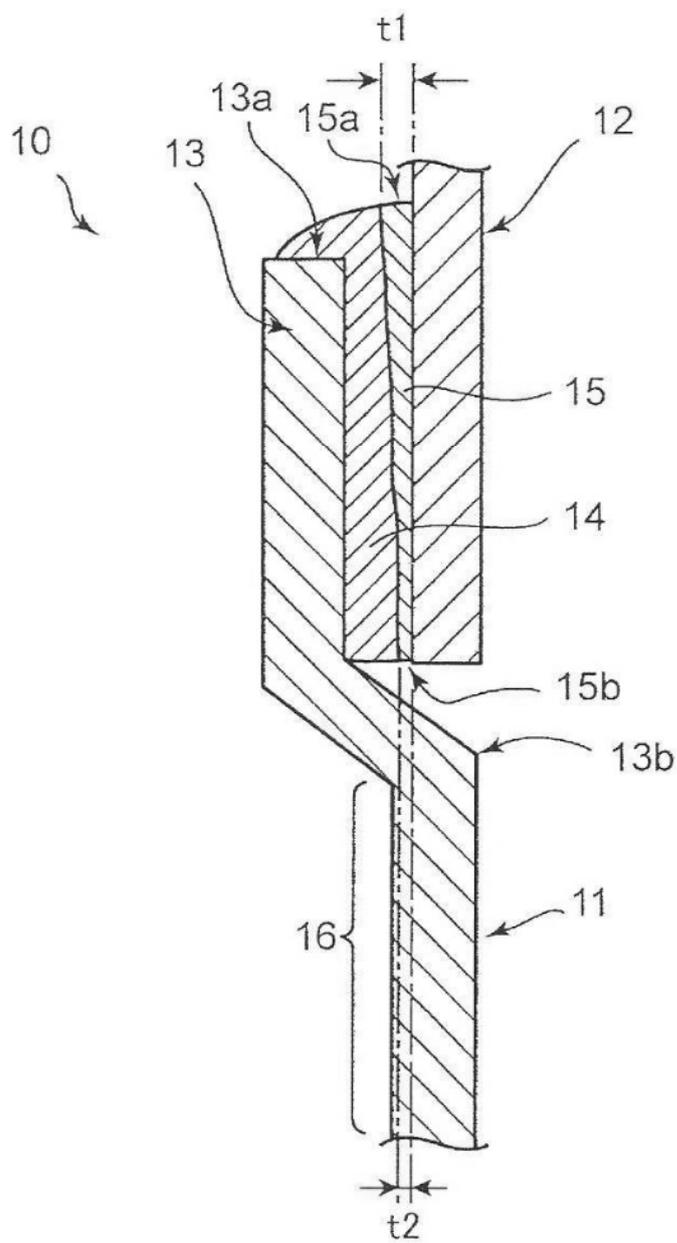


FIG. 6A

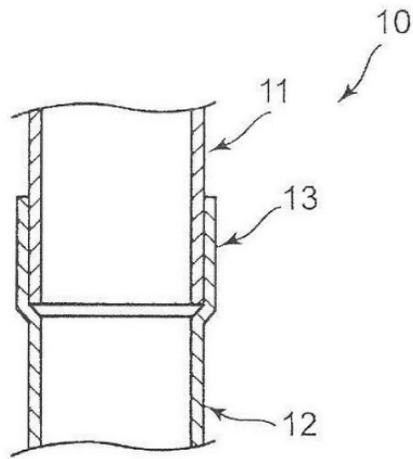


FIG. 6B

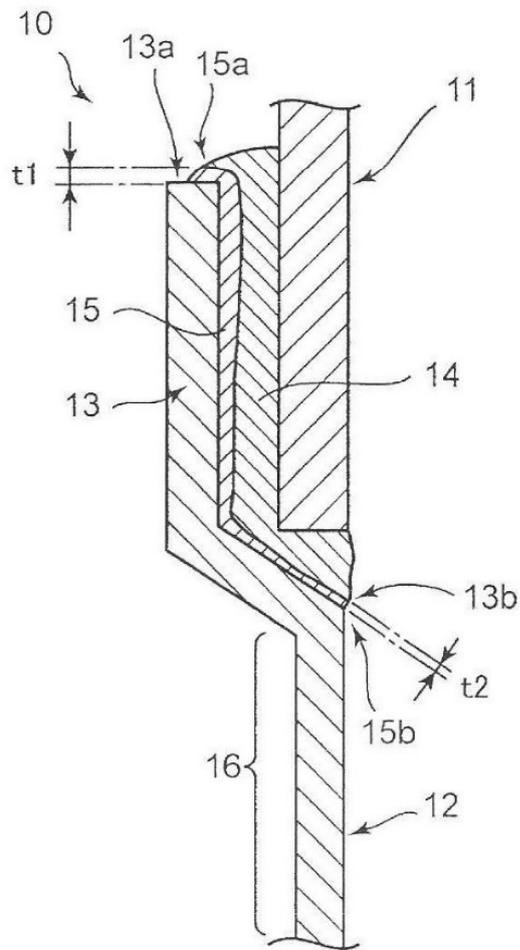


FIG. 7A

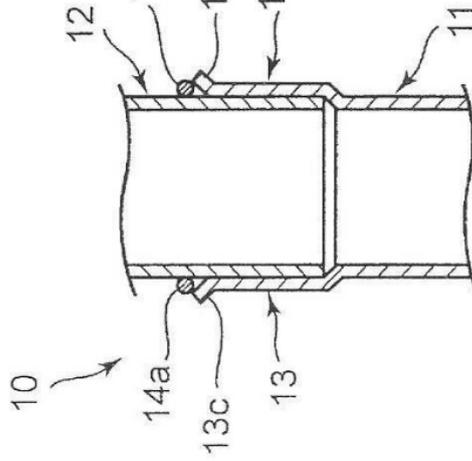


FIG. 7B

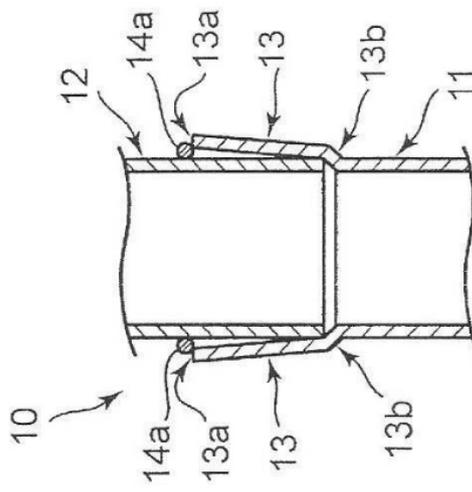


FIG. 7C

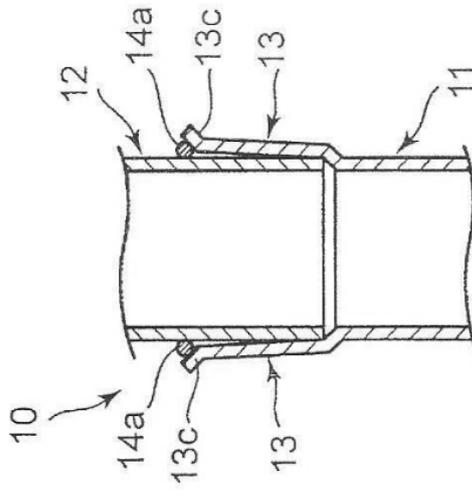


FIG. 8A

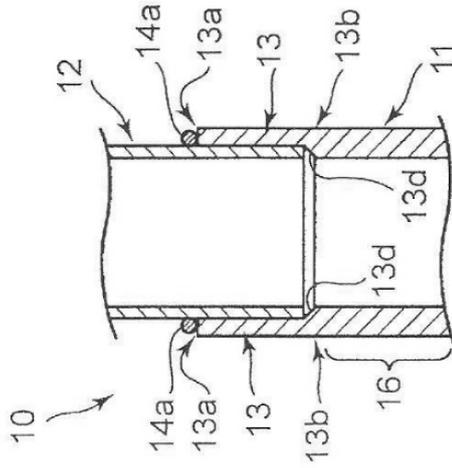


FIG. 8B

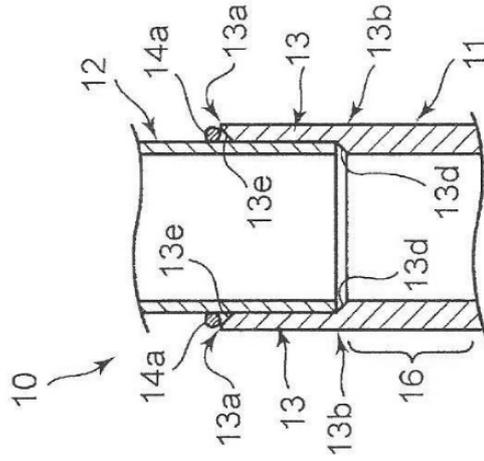


FIG. 8C

