

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 755**

51 Int. Cl.:

E21B 17/042 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.02.2012 PCT/JP2012/055292**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.09.2012 WO12118167**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2012 E 12752067 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 2682658**

54 Título: **Acoplamiento roscado para tubo**

30 Prioridad:

28.02.2011 JP 2011042602
09.02.2012 JP 2012025825

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2019

73 Titular/es:

JFE STEEL CORPORATION (100.0%)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo, 100-0011, JP

72 Inventor/es:

KAWAI, TAKAMASA;
TAKAHASHI, KAZUNARI;
CHIKATSUNE, HIROSHI;
YOSHIKAWA, MASAKI;
TAKANO, JUN;
NAGAHAMA, TAKUYA;
UETA, MASAKI y
SONOBE, OSAMU

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 702 755 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

Acoplamiento roscado para tubo

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a uniones roscadas para tubos de acero y, más específicamente, a una unión roscada para tubos de acero que tiene una alta capacidad de sellado y una alta resistencia a la compresión, adecuada para su uso en tuberías de pozos petrolíferos, incluyendo tubos y revestimientos para utilizarse generalmente en la prospección para pozos petrolíferos y pozos de gas y en producción, es decir, tubos de acero, tales como productos tubulares para países productores de petróleo (*Oil Country Tubular Goods*, OCTG), tuberías ascendentes, y tuberías de conducción.

Técnica anterior

15 Las uniones roscadas son ampliamente utilizadas en la conexión de tuberías de acero, tales como tuberías de pozos petrolíferos, para su uso en instalaciones de producción de petróleo y gas. Para la conexión de tuberías de acero para su uso en prospección y producción de petróleo o gas, se han utilizado típicamente uniones roscadas estándar basadas en el estándar del Instituto Americano del Petróleo (API). Sin embargo, debido a que los pozos de crudo y pozos de gas natural han aumentado recientemente en profundidad, y los pozos horizontales, los pozos direccionales y otros han aumentado más que los pozos verticales, los entornos de excavación y producción se están volviendo severos. Además, un aumento en el desarrollo de los pozos en ambientes hostiles, tales como el mar y regiones polares, diversifica los requisitos de rendimiento para uniones roscadas, tales como la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, y el rendimiento de sellado a presión externa (resistencia a la presión externa). Por lo tanto, esto aumenta el uso de uniones roscadas especiales de alto rendimiento denominadas uniones de alta calidad, lo que aumenta los requisitos para los rendimientos.

La unión de alta calidad es generalmente una unión de tipo acoplamiento en la que un elemento roscado externamente (en lo sucesivo denominado pasador) formado en un extremo de un tubo y un elemento roscado internamente (en lo sucesivo denominado caja) que une los pasadores entre sí, incluyendo cada uno de los elementos roscados una rosca cónica, una parte de sellado (específicamente, una parte de sellado de metal con metal) y una parte saliente (específicamente, una parte saliente de torsión). La rosca cónica es importante para sujetar firmemente la unión roscada, la parte de sellado funciona para asegurar la capacidad de sellado por la caja y el pasador que entra en contacto metal con metal en esta parte, y el saliente sirve de superficie de apoyo que actúa de tope cuando se monta la unión.

Las figuras 6A a 6C son diagramas esquemáticos explicativos de una unión de alta calidad convencional para tuberías de pozos de petróleo, que son vistas longitudinales en sección transversal de una unión roscada cilíndrica. La unión roscada de la figura 6A incluye unos pasadores 3 y una caja 1 correspondiente a éstos. Tal como se muestra en las figuras 6B y 6C, cada uno de los pasadores 3 tiene una parte roscada externamente 7 en la superficie exterior y un morro 8 (morro del pasador 8) en el extremo distal del pasador 3, siendo el morro 8 una parte no roscada dispuesta junto a la parte roscada externamente 7. El morro 8 tiene una parte de sellado 11 en la superficie circunferencial exterior de la misma y una parte saliente de torsión 12 en la cara extrema de la misma. La caja opuesta 1 tiene, en la superficie interior, una parte roscada internamente 5, una parte de sellado 13 y una parte saliente 14 que puede roscarse o entrar en contacto con la parte roscada externamente 7, la parte de sellado 11, y la parte saliente 12 del pasador 3, respectivamente.

El documento JP 61 044068 Y2, así como el documento EP 1 754 920 A1 son ejemplos de la técnica relacionada relativa a la unión de alta calidad. El documento EP 2 589 846 A1 se ha presentado el 22-06-2011, se ha publicado el 08-05-2013 y se refiere a una conexión roscada entre uniones de alta calidad. Dicho documento describe, en la tabla 2, columnas "Ejemplo de la invención 8 y 9" los parámetros de rosca, que forma las bases para la renuncia introducida en la reivindicación 1.

En el ejemplo de la técnica relacionada en las figuras 6A a 6C, la parte de sellado 11 está situada en el extremo distal del morro del pasador 8. La capacidad de sellado deseada puede lograrse aplicando un par de apriete adecuado.

Dado que el par de apriete está influenciado por las condiciones de lubricación, las propiedades de la superficie, etc., se propone un método de sellado radial como diseño que no depende en gran medida de ello, en el que la componente radial de la presión de contacto de sellado aumenta relativamente. Por ejemplo, la literatura de patentes 1 describe un ejemplo del método de sellado radial en el que el pasador tiene forma de junta grande R y la caja tiene un ángulo de estrechamiento del sellado pequeño. Sin embargo, un problema del método de sellado radial en el que se reduce el ángulo de estrechamiento de sellado es que es probable que se produzca abrasión durante la composición. En particular, en el caso en el que se necesita una gran cantidad de interferencia de sellado para

asegurar la capacidad de sellado y la estabilidad de sellado, la probabilidad de que se produzca abrasión aumenta significativamente.

Sumario de la invención

5 Problema técnico

Las partes de sellado 11 y 13 de la figura 6C o las partes de sellado del método de sellado radial (en lo sucesivo denominado tipo de sellado radial) reciben buenas partes de sellado sin fugas y abrasión cuando se cargan con una presión de contacto necesaria y suficiente.

10 Sin embargo, un análisis de los inventores muestra que la unión roscada para tubos de acero de tipo de sellado radial todavía tiene margen de mejora para garantizar una capacidad de sellado en términos de rigidez del morro del pasador. Es decir, la rigidez del morro 8 es importante para garantizar la capacidad de sellado del tipo de sellado radial; se necesita un área de sección transversal suficiente en un punto de sellado sp (véase la figura 1, una parte de una superficie circunferencial exterior del morro 8 del pasador 3 en la que el morro tiene una superficie circunferencial exterior del pasador 3 y la superficie circunferencial interna de la caja opuesta 1 (en lo sucesivo denominada superficie de sellado) entran en contacto por primera vez cuando se unen por roscado). Esto se debe a que en el punto de sellado actúa una carga de compresión inversamente proporcional a la relación entre un área de sección transversal del pasador S_1 en el punto de sellado sp y el área de sección transversal S_0 de una parte no procesada (una parte correspondiente a un tubo original sin rosca) cuando actúa una compresión axial, aunque la mayor parte de la compresión axial la recibe la parte saliente; sin embargo, si la relación entre las áreas de sección transversal no es adecuada, también se produce una deformación plástica debido a la compresión axial cerca de la parte de sellado. Esta deformación plástica produce compresión y deformación por flexión en el morro 8, reduciéndose, de este modo, el diámetro exterior del pasador 3 en el punto de sellado sp. Si la reducción es significativa, la presión de contacto de la parte de sellado 20 se vuelve insuficiente, lo que hace imposible proporcionar una capacidad de sellado suficiente. No se ha encontrado nada respecto a tales problemas y soluciones en el pasado.

Solución al problema

30 Para resolver los problemas anteriores, los inventores han encontrado unas directrices para lograr una relación adecuada entre el área de la sección transversal del pasador en el punto de sellado sp y el área de la sección transversal de la parte no procesada a través de varios exámenes experimentales.

35 Los inventores han encontrado, además, que puede proporcionarse una capacidad de sellado suficiente reduciendo la deformación del pasador en el punto de sellado sp cuando se carga con compresión axial estableciendo un ángulo formado por una línea recta que conecta la posición del punto de sellado sp en la sección transversal axial del tubo del pasador y el extremo interior del saliente del pasador y la dirección del eje de la unión en un rango específico.

40 Específicamente, la presente invención es como sigue:

(1) Una unión roscada para tubos de acero, que comprende:

un pasador que incluye una parte roscada externamente, un morro que se extiende desde la parte roscada externamente hasta un extremo del tubo, y una parte saliente dispuesta en un extremo distal del morro; y

45 una caja que incluye una parte roscada internamente que está unida por roscado a la parte roscada externamente para formar una parte roscada, una superficie de sellado opuesta a la superficie circunferencial exterior del morro del pasador, y una parte saliente en contacto con la parte saliente del pasador, en el que el pasador y la caja están unidos por roscado de modo que la superficie circunferencial exterior del morro del pasador y la superficie de sellado de la caja se ponen en contacto metal con metal, y la parte de contacto sirve como parte de sellado, en el que

la superficie circunferencial exterior del morro del pasador tiene una forma curva convexa hacia fuera, y la superficie de sellado de la caja tiene forma cónica; y

55 el área de la sección transversal del pasador en un punto de sellado que es una parte en la superficie circunferencial exterior del morro del pasador, poniéndose primero en contacto la parte con la superficie de sellado de la caja cuando se rosca, es un 35% o más del área de sección transversal de una parte de tubo original correspondiente a una parte no procesada.

60 (2) La unión roscada descrita en (1), en la que la posición del punto de sellado se establece de modo que una línea recta que conecta un extremo interior de la parte saliente del pasador y el punto de sellado en la vista transversal axial conjunta forma un ángulo menor de 45 grados respecto al eje de la unión.

Efectos ventajosos de la invención

La presente invención proporciona una unión roscada para tubos de acero en la cual se mejora la rigidez del morro del pasador, de modo que apenas se produce una reducción del diámetro exterior del morro del pasador debido a compresión y deformación por flexión incluso bajo una compresión axial grande y, por lo tanto, se proporciona una alta capacidad de sellado.

Además, incluso si el diámetro exterior del morro del pasador se reduce debido a una compresión axial, puede evitarse la influencia sobre la parte de sellado estableciendo el punto de sellado en una posición adecuada y, por lo tanto, puede proporcionarse una mayor capacidad de sellado.

Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] La figura 1 es una vista en sección transversal de un eje de una unión de una realización de la presente invención.

[Fig. 2] La figura 2 es una vista en sección transversal ampliada que ilustra la forma de la parte de sellado de la figura 1 junto con las definiciones de un ángulo de estrechamiento de sellado θ y una cantidad de interferencia de sellado δ .

[Fig. 3A] La figura 3A es una vista en sección transversal que ilustra las definiciones de un ángulo de flanco de carga β , un ángulo de flanco de acoplamiento γ , y el espacio entre partes roscadas G.

[Fig. 3B] La figura 3B es una vista en sección transversal que ilustra las definiciones del índice posicional x/L de un punto de sellado s_p .

[Fig. 4] La figura 4 es una vista en sección transversal del eje de la unión que ilustra un ángulo α que forma una línea recta que conecta el extremo interior de la parte saliente del pasador y el punto de sellado con el eje de la unión.

[Fig. 5] La figura 5 es un diagrama de contorno que ilustra el resultado de un análisis de elementos finitos (FEA) en una distribución de deformación plástica equivalente después de una prueba de carga combinada.

[Fig. 6A] La figura 6A es una vista en sección transversal global que ilustra una unión roscada convencional para tuberías de acero.

[Fig. 6B] La figura 6B es una vista en sección transversal ampliada que ilustra las partes roscadas en la figura 6A.

[Fig. 6C] La figura 6C es una vista en sección transversal ampliada que ilustra la proximidad del morro del pasador de la figura 6A.

Descripción de la realización

Tal como se muestra en las vistas en sección transversal del eje de la unión en las figuras 1 y 2, se considera que una unión roscada para tubos de acero de acuerdo con la presente invención es una unión roscada para tubos de acero (una unión roscada equivalente a una unión de alta calidad de tipo de sellado radial convencional en la que el ángulo de estrechamiento del sellado θ de la caja 1 es 3 grados o más y 10 grados o menos) que incluye un pasador 3 que tiene una parte roscada externamente 7, un morro 8 que se extiende desde la parte roscada externamente 7 hasta un extremo del tubo y una parte saliente 12 dispuesta en el extremo distal del morro 8; y una caja 1 que tiene una parte roscada internamente 5 que está unida por roscado a la parte roscada externamente 7 para formar una parte roscada, una superficie de sellado frente a la superficie circunferencial exterior del morro 8 del pasador 3, y una parte saliente 14 en contacto con la parte saliente 12 del pasador 3; y el pasador 3 y la caja 1 están unidos por roscado, de modo que la superficie circunferencial exterior del morro 8 del pasador 3 y la superficie de sellado de la caja 1 se ponen en contacto metal con metal entre sí, y la parte de contacto sirve como parte de sellado 20.

La unión roscada anterior utiliza un ángulo de flanco de carga β , un ángulo de flanco de acoplamiento γ , y el espacio entre partes roscadas G definido en la figura 3A como parámetros de forma de la parte roscada.

El ángulo de flanco de carga β es un ángulo β que forma una superficie de flanco de carga 18 con una línea ortogonal al eje de la unión roscada. Si el extremo superior de la superficie del flanco de carga 18 (un extremo exterior del pasador) se encuentra situado cerca del extremo distal del pasador 3 respecto a la línea ortogonal que pasa por el extremo inferior de la superficie del flanco de carga 18 (un extremo interior del pasador), el ángulo de flanco de carga β es positivo y, si se encuentra situado cerca del extremo posterior del pasador 3, el ángulo de flanco de carga β es negativo. El ángulo β generalmente se establece para que sea igual a entre -10 grados y 0 grados.

El ángulo de flanco de acoplamiento γ es un ángulo γ que forma una superficie de flanco de acoplamiento 19 con una línea ortogonal al eje de la unión roscada. Si el extremo superior de la superficie de flanco 19 (un extremo exterior del pasador) está situado cerca del extremo distal del pasador 3 respecto a la línea ortogonal que pasa por el extremo inferior de la superficie de flanco 19 (un extremo interior del pasador), el ángulo de flanco de acoplamiento γ es negativo, y si se encuentra cerca del extremo posterior del pasador 3, el ángulo flanco de acoplamiento γ es positivo. El ángulo γ generalmente se establece para que sea igual a entre 10 grados y 30 grados.

El espacio entre las partes roscadas G es un espacio G entre el borde roscado 7a de la parte roscada externamente 7 y la ranura roscada 5a de la parte roscada internamente 5 que se acopla a la misma. El espacio G generalmente se ajusta entre 0,025 mm y 0,250 mm.

Tal como se muestra en la figura 2, en el supuesto de la presente invención, la superficie circunferencial exterior del morro 8 del pasador 3 tiene una forma curva convexa hacia fuera, y la superficie de sellado de la caja 1 tiene una forma cónica. El ángulo de estrechamiento θ de la superficie cónica se define como un ángulo θ que forma la superficie cónica con el eje de la unión roscada. El punto de sellado sp se refiere a una parte de la superficie circunferencial exterior del morro del pasador 3, que entra primero en contacto con la superficie de sellado de la caja 1 cuando se une por roscado.

Tal como se muestra en la figura 3B, la posición relativa del punto de sellado sp en la dirección axial de la unión roscada se expresa mediante el índice posicional x/L del punto de sellado sp definido por una distancia x desde el extremo distal de la rosca (extremo posterior del morro) hasta el punto de sellado sp respecto a la longitud del morro 8 (longitud del morro) L desde el extremo distal de la rosca (extremo posterior del morro) hasta el extremo distal del morro.

En la figura 2, el signo δ indica una cantidad de interferencia de sellado en la parte de sellado 20. La cantidad de interferencia de sellado δ es el valor de contracción del tubo cuando el punto de sellado sp se reduce en una reducción de diámetro respecto a la caja rígida 1.

Tal como se muestra en la figura 1, la presente invención se caracteriza por el hecho de que el área de la sección transversal (el área de una sección transversal ortogonal a la dirección del eje de la unión) S_1 del pasador 3 en el punto de sellado sp es mayor o igual a un 35% del área de la sección transversal (el área de una sección transversal ortogonal a la dirección del eje de la unión) S_0 de la parte de tubería original correspondiente a una parte no procesada, es decir, una relación de área de sección transversal $S_1/S_0 * 100 \geq 35(\%)$.

El ajuste de la relación de área de sección transversal $S_1/S_0 * 100 \geq 35 (\%)$ mejora la resistencia a la compresión de la parte de sellado 20 y dificulta la contracción del diámetro exterior del morro del pasador 8 incluso bajo una compresión axial grande, proporcionando así una alta capacidad de sellado. Si el área de la sección transversal S_1 de la unión roscada de tipo sellado radial es menor de un 35% del área de sección transversal de la parte de tubería original, es imposible proporcionar un nivel deseado de área de presión de contacto (un índice de un valor integrado de presión de contacto a lo largo de la longitud de contacto). Para obtener una resistencia a la compresión más adecuada, es preferible que la relación de área de sección transversal $S_1/S_0 * 100 \geq 40(\%)$.

Aunque el límite superior de la relación de área de sección transversal $S_1/S_0 * 100$ no está particularmente limitado, el límite superior es de aproximadamente un 70% para un grosor/diámetro exterior de aproximadamente entre un 7% y un 8% considerando un espacio de procesamiento de rosca cónica y un espacio de procesamiento de sellado. En la presente invención, preferiblemente, el ángulo de estrechamiento de sellado θ de la caja 1 es de 10 grados o menos, y más preferiblemente, de 7 grados o menos, y aún más preferiblemente, de 5 grados o menos para evitar la reducción del diámetro del morro del pasador más eficientemente.

Además, en la presente invención, preferiblemente, el índice posicional x/L del punto de sellado es entre 0,2 y 0,8. Específicamente, es preferible 0,8 o menos desde el punto de vista de separar la parte de sellado 20 del extremo distal del morro 8 para mejorar la resistencia a la presión externa y la resistencia a la tensión y proporcionar un rendimiento estable a la rosca. Por otra parte, es preferible 0,2 o más ya que un índice de menos de 0,2 hace que sea probable que se produzca una interferencia entre la parte de sellado y la parte roscada durante la composición (MU) en una unión roscada. Para mayor seguridad, es más preferible 0,3.

Tal como se muestra en la figura 4, preferiblemente, la posición del punto de sellado sp se establece de manera que un ángulo α que forma una línea recta S que conecta un extremo interior 12a de la parte saliente 12 del pasador 3 y el punto de sellado sp en una vista en sección transversal axial del tubo con el eje de la unión es menor de 45 grados. Dado que la presente invención está configurada para recibir la mayor parte de la compresión axial con la parte saliente 12, es inevitable que se produzca una deformación plástica en el extremo distal del pasador 3 si actúa una compresión axial grande. Debido a que la deformación plástica avanza en la dirección de 45 grados, que es una dirección de cizalladura, puede reducirse la influencia de la deformación plástica de la parte saliente 12 en la parte de sellado, y puede proporcionarse así una capacidad de sellado suficiente estableciendo la inclinación de la línea recta S que conecta el extremo interior 12a de la parte saliente 12 y el punto de sellado sp respecto al eje de la unión (una dirección en la que se carga la compresión axial) a menos de 45 grados. Aquí, el ángulo α se establece prácticamente a 15 grados o más. Establecer el ángulo α extremadamente pequeño reducirá demasiado el grosor del extremo distal del pasador 3, lo que plantea el problema de deformación plástica y pandeo. Los diseños a menos de 15 grados son imposibles en términos de suficiente grosor en el extremo distal y la limitación a la posición del

punto de sellado sp descrito anteriormente. Los inventores analizaron una distribución de deformación plástica equivalente después de una prueba de carga combinada definida por la prueba ISO (ISO13679: 2002) mediante un análisis de elementos finitos (AEF) y encontraron que se produce una gran deformación plástica en el pasador 3 en el extremo interior 12a y un extremo exterior 12b de la parte saliente 12, tal como se muestra en la figura 5, y la deformación generada en el extremo interior 12a avanza en la dirección de 45 grados respecto a la dirección del eje de unión, que es una dirección de cizalladura, y la deformación plástica equivalente mayor en el extremo distal respecto a una posición Q en la que la línea recta que se extiende en un ángulo de 45 grados respecto al eje de la unión desde el extremo interior 12a y la superficie circunferencial exterior del morro 8 se cruza con la del extremo posterior (en el lado de la parte roscada externamente 7).

La figura 5 muestra el resultado de un análisis en una unión roscada que incluye un pasador formado en un extremo de una tubería de acero de tipo P110 con un diámetro exterior de 139,7 mm (5-1/2 pulgadas) y un grosor de pared de 11,43 mm (0,415 pulgadas) y una caja correspondiente a la misma bajo el programa de carga de una prueba de serie A bajo una tensión equivalente de von Mises (VME) de un 95% y un índice de compresión de un 95%.

En consecuencia, disponiendo el punto de sellado sp en una posición más próxima al extremo posterior que la posición Q en la que la línea recta S que se extiende desde el extremo interior 12a a 45 grados respecto al eje de la unión y la superficie circunferencial exterior del morro 8 se cruzan, es decir, ajustando el punto de sellado sp de manera que el ángulo α (véase figura 4) que forma la línea recta S que conecta el extremo interior 12a de la parte saliente 12 del pasador 3 y el punto de sellado sp con el eje de la unión es menor de 45° grados, la deformación en el punto de sellado sp bajo compresión axial puede evitarse y, por lo tanto, puede proporcionarse una mayor capacidad de sellado incluso después de que se cargue la fuerza de compresión.

El ángulo de flanco de carga β , el ángulo de flanco de acoplamiento γ , y el espacio entre partes roscadas G no están particularmente limitados; pueden emplearse valores comunes.

EJEMPLOS

Se realizó una prueba de serie A basada en ISO 13679 sobre unas muestras de una unión roscada que incluye un pasador formado en un extremo de una tubería de acero con un diámetro exterior de 244,5 mm (9-5/8 pulgadas) y un grosor de pared de 13,843 mm (0,5454 pulgadas) y una caja correspondiente al mismo, que están diseñados para tener el mismo área de presión de contacto (un índice de un valor integrado de presión de contacto en la longitud de contacto en la dirección axial) después de una composición (MU) mediante un análisis de elementos finitos (AEF). La prueba se realizó a nivel individual bajo las condiciones experimentales que se muestran en la Tabla 1. Las condiciones experimentales que no se muestran en la Tabla 1 son el ángulo de flanco de carga $\beta = -5$ grados, el ángulo de flanco de acoplamiento $\gamma = 25$ grados, y el espacio G entre las partes roscadas G = 0,06 mm para todos los niveles. El índice posicional del punto de sellado x/L se diseñó para que estuviera dentro del rango entre 0,5 y 0,8.

Esta prueba evalúa la capacidad de sellado bajo la carga combinada de fuerza de tracción/fuerza de compresión y presión interna/presión externa en la prueba de la serie A, y el plan de carga se define por una VME de un 95% y una presión de colapso API. El índice de compresión máxima (la relación entre la tensión de compresión máxima cargada y el límite elástico YS) lo establece libremente el fabricante y se determina según el rendimiento de la unión roscada y los requerimientos del cliente. En esta prueba, el índice de compresión máxima se establece en un 80%. Para uniones roscadas en las que no se produjo fuga en el índice de compresión máxima del 80%, se realizó una prueba de sellado a un índice de compresión máxima superior al 80%, y se obtuvo el límite superior del índice de compresión máxima a la que no se produce fuga.

Bajos las condiciones del ejemplo comparativo 2 en el que se necesita una cantidad de interferencia de sellado δ extremadamente grande para obtener un área de presión de contacto predeterminada, se produjo abrasión durante una prueba de fabricación y rotura, y se llevó a cabo así un experimento bajo las condiciones del Ejemplo Comparativo 2A en el que la cantidad de interferencia de sellado δ se reduce al mismo nivel que en el Ejemplo de la Invención 2.

Tal como se muestra en la Tabla 1, es evidente que los Ejemplos de Invención tienen una alta capacidad de sellado.

Una comparación entre el Ejemplo de la Invención 2 y el Ejemplo de la Invención 6 muestra que el Ejemplo de la Invención 6, en el que el ángulo α que forma la línea recta S que conecta el extremo interior 12a de la parte saliente 12 del pasador 3 y el punto de sellado sp con el eje de la unión es menor de 45 grados, muestra un límite superior más elevado del índice de compresión máxima, proporcionando así una mayor resistencia a la compresión. Del mismo modo, una comparación entre el Ejemplo de la Invención 3 y el Ejemplo de la Invención 7 muestra que el Ejemplo de la Invención 7, en el que el ángulo α es menor de 45 grados tiene una resistencia a la compresión más alta.

[Tabla 1]
Tabla 1

Nivel	Condiciones experimentales					Límite superior del índice de compresión máxima en la que no se produce fuga (%)	Estado de presencia de fugas en la prueba bajo índice de compresión máxima de un 80%
	Relación de área de sección transversal $S_1/S_0 \times 100$ (%)	α^* (grado)	Ángulo de estrechamiento del sellado de la caja (θ) (grado)	Cantidad de interferencia (pulgada)	Área de presión de contacto tras MU (psi·pulg)		
Ejemplo de la Invención 1	35	50	10	0,035	6,000	80	Aceptación, dado que no se produjo fuga en ninguna LP
Ejemplo de la Invención 2	35	60	5	0,033	6,000	80	Aceptación, dado que no se produjo fuga en ninguna LP
Ejemplo de la Invención 3	40	50	10	0,030	6,000	90	Aceptación, dado que no se produjo fuga en ninguna LP
Ejemplo de la Invención 4	40	60	5	0,028	6,000	90	Aceptación, dado que no se produjo fuga en ninguna LP
Ejemplo de la Invención 5	45	50	5	0,025	6,000	95	Aceptación, dado que no se produjo fuga en ninguna LP
Ejemplo de la Invención 6	35	40	5	0,033	6,000	90	Aceptación, dado que no se produjo fuga en ninguna LP
Ejemplo de la Invención 7	40	44	10	0,030	6,000	95	Aceptación, dado que no se produjo fuga en ninguna LP
Ejemplo Comparativo 1	30	50	10	0,040	6,000	-	Se produjo fuga en segunda LP2 (fuerza de tracción + presión interna)
Ejemplo Comparativo 2	20	60	5	0,050	6,000	-	Se produjo abrasión durante prueba de fabricación y rotura
Ejemplo Comparativo 2A	20	70	5	0,033	4,000	-	Se produjo fuga en primera LP2 (fuerza de tracción + presión interna)
Ejemplo Comparativo 3	25	60	5	0,040	6,000	-	Se produjo fuga en primera LP14 (fuerza de tracción + presión externa)
Ejemplo Comparativo 4	30	50	5	0,038	6,000	-	Se produjo fuga en segunda LP2 (fuerza de tracción + presión interna)

5 * α : ángulo que forma una línea recta que conecta el extremo interior de una parte saliente y un punto de sellado sp con el eje de la rosca

Lista de signos de referencia

- 10 1 CAJA
3 PASADOR
5 ROSCA INTERNA
5a RANURA DE ROSCA DE ROSCA INTERIOR
7 ROSCA EXTERIOR
15 7a ARISTA DE FILETE DE ROSCA EXTERNA
8 MORRO (MORRO DEL PASADOR)
11, 13, 20 PARTE DEL SELLADO (ESPECÍFICAMENTE, PARTE DEL SELLADO METAL CON METAL)
12, 14 PARTE SALIENTE (ESPECÍFICAMENTE, PARTE SALIENTE DE TORSIÓN)
18 SUPERFICIE DE FLANCO DE CARGA
20 19 SUPERFICIE DE FLANCO DE ACOPLAMIENTO

ES 2 702 755 T3

- L LONGITUD DE MORRO
- S LÍNEA RECTA QUE CONECTA EL EXTREMO INTERIOR 12a DE LA PARTE SALIENTE 12 Y EL PUNTO DE SELLADO sp
- θ ÁNGULO DE FLANCO DE SELLADO
- 5 δ CANTIDAD DE INTERFERENCIA DE SELLADO
- sp PUNTO DE SELLADO
- α ÁNGULO QUE FORMA LA LÍNEA RECTA S CON EL EJE DE LA UNIÓN
- β ÁNGULO DE FLANCO DE CARGA
- γ ÁNGULO DE FLANCO DE ACOPLAMIENTO
- 10 G ESPACIO ENTRE PARTES ROSCADAS

REIVINDICACIONES

1. Unión roscada para tubos de acero, que comprende:

- 5 un pasador (3) que incluye una parte roscada externamente (7), un morro (8) que se extiende desde la parte roscada externamente (7) hasta un extremo del tubo, y una parte saliente (12) dispuesta en un extremo distal del morro (8); y
- una caja (1) que incluye una parte roscada internamente (5) que está unida por roscado a la parte roscada externamente (7) para formar una parte roscada, una superficie de sellado frente a la superficie circunferencial exterior del morro (8) del pasador (3), y una parte saliente (14) en contacto con la parte saliente (12) del pasador (3), en el que el pasador (3) y la caja (1) están unidos por roscado de manera que la superficie circunferencial exterior del morro (8) del pasador (3) y la superficie de sellado de la caja (1) están dispuestas en contacto metal con metal, y la parte de contacto sirve de parte de sellado (20), en el que
- 10
- 15 la superficie circunferencial exterior del morro (8) del pasador (3) tiene una forma curva convexa hacia fuera, y la superficie de sellado de la caja (1) tiene forma cónica; y
- el área de la sección transversal (S_1) del pasador (3) en un punto de sellado (sp) que es una parte en la superficie circunferencial exterior del morro (8) del pasador (3), haciendo contacto primero la parte con la superficie de sellado de la caja (1) cuando se rosca, es un 40% o más del área de la sección transversal (S_0) de una parte de tubería original correspondiente a una parte no procesada,
- 20
- caracterizada por el hecho de que
- 25 la posición del punto de sellado (sp) se establece de manera que una línea recta (S) que conecta un extremo interior (12a) de la parte saliente (12) del pasador (3) y el punto de sellado (sp) en una vista en sección transversal axial de la unión forma un ángulo α que es 15 grados o más y menos de 45 grados respecto al eje de la unión, y en el que
- 30 una distancia (x) desde un extremo distal roscado hasta un punto de sellado respecto a una longitud (L) del morro (8) desde el extremo distal roscado hasta un extremo distal del morro y expresado por un índice posicional del punto de sellado x/L oscila entre 0,2 y 0,8, y con la excepción de que
- 35 la unión roscada no es una de las siguientes uniones roscadas (a) y (b):
- una unión roscada (a), en la que
- el diámetro exterior es 244,48 mm,
- el grosor de pared es 13,84 mm,
- la forma periférica exterior del componente pasador es un segmento de línea compuesto R (2 arcos: R1, R2), R1 = 25,4 mm (1 pulgada), $\theta_1 = 4,5$ grados, R2 = 76,2 mm (3 pulgadas), $\theta_2 = 2,0$ grados, R1-R2: 1,524 mm (0,06 pulgadas)
- 40
- la superficie estrechada α es 4,7 grados como forma periférica interior del componente caja,
- la cantidad de interferencia de sellado 2S es 0,762 mm (0,03 pulgadas),
- la relación (x/L) entre la distancia x entre el punto de inicio de contacto y el extremo de la caja y la longitud L del morro del pasador es 0,50 (alineado con el punto de conexión R1-R2),
- 45 un área de sección transversal del componente pasador en el punto de inicio de contacto (S_0) es un 42% del área de sección transversal del cuerpo principal (S_1),
- la longitud L del morro del pasador es 25,0 mm,
- el grosor del saliente t es 5,76 mm,
- el ángulo del saliente es 10 grados,
- 50 el número de hilos es 5,
- un ángulo de flanco de carga β es -5 grados,
- un ángulo de flanco de acoplamiento γ es 15 grados,
- un espacio de rosca G es 0,06 mm,
- como área de presión de contacto, L3 (presión interna, valor mínimo relativo) es 188, L18 (presión interna, valor mínimo relativo) es 157, y L15 (presión externa, valor mínimo relativo) es 147,
- 55 el índice de abrasión (valor máximo relativo) es 85,
- y como cantidad de interferencia de sellado, el valor mínimo es 0,015, el valor máximo es 0,046, y un rango que puede establecerse es 0,031,
- y una unión roscada (b), en la que
- 60 el diámetro exterior es 244,48 mm,
- el grosor de pared es 13,84 mm,

ES 2 702 755 T3

- la forma periférica exterior del componente pasador es un segmento de línea compuesto R (2 arcos: R1, R2), R1 = 25,4 mm (1 pulgada), $\theta_1 = 4,5$ grados, R2 = 76,2 mm (3 pulgadas), $\theta_2 = 2,2$ grados, R1-R2: 1,524 mm (0,06 pulgadas),
- 5 la superficie estrechada α es 4,9 grados como forma periférica interior del componente caja,
la cantidad de interferencia de sellado 2S es 0,762 mm (0,03 pulgadas),
la relación (x/L) entre la distancia x entre el punto de inicio de contacto y el extremo de la caja y la longitud L del morro del pasador es 0,50 (no alineado con el punto de conexión R1-R2),
un área de sección transversal del componente pasador en el punto de inicio de contacto (S_0) es un 42% del área de
- 10 sección transversal del cuerpo principal (S_1),
la longitud L del morro del pasador es 25,0 mm,
el grosor del saliente t es 5,76 mm,
el ángulo del saliente es 10 grados,
el número de hilos es 5,
un ángulo de flanco de carga β es -5 grados,
- 15 un ángulo de flanco de acoplamiento γ es 15 grados,
un espacio de rosca G es 0,06 mm,
como área de presión de contacto, L3 (presión interna, valor mínimo relativo) es 192, L18 (presión interna, valor mínimo relativo) es 160, y L15 (presión externa, valor mínimo relativo) es 151,
el índice de abrasión (valor máximo relativo) es 80,
- 20 y como cantidad de interferencia de sellado, el valor mínimo es 0,014, el valor máximo es 0,048, y un rango que puede establecerse es 0,034.

FIG. 1

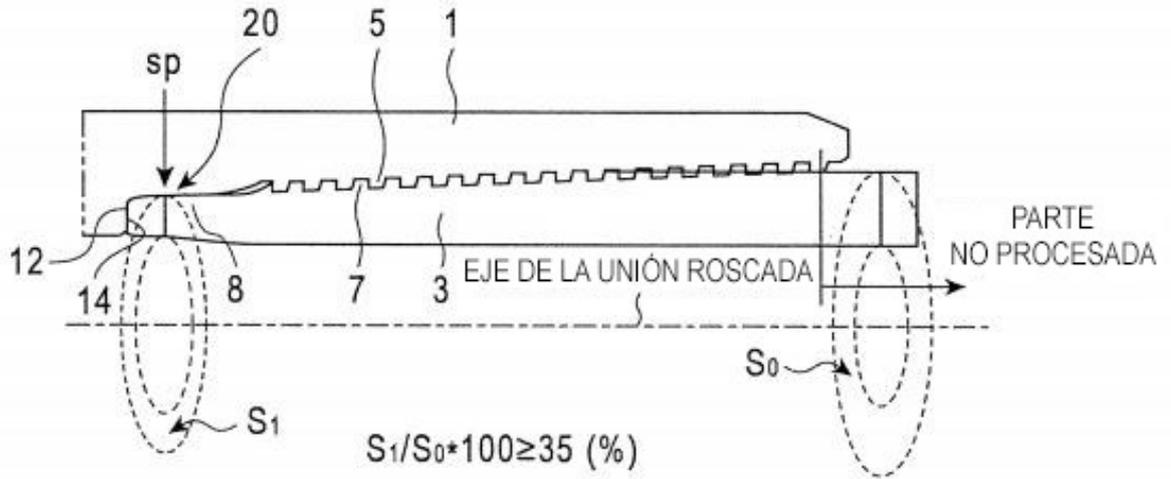


FIG. 2

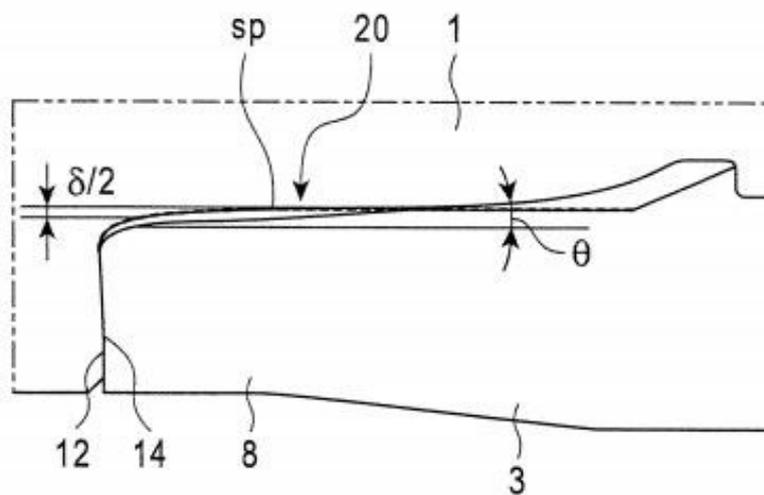


FIG. 4

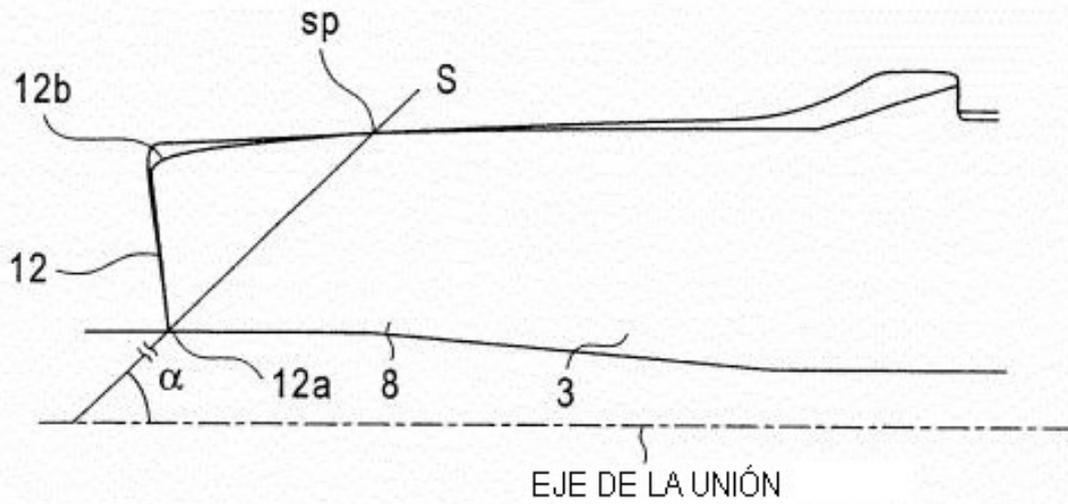


FIG. 5

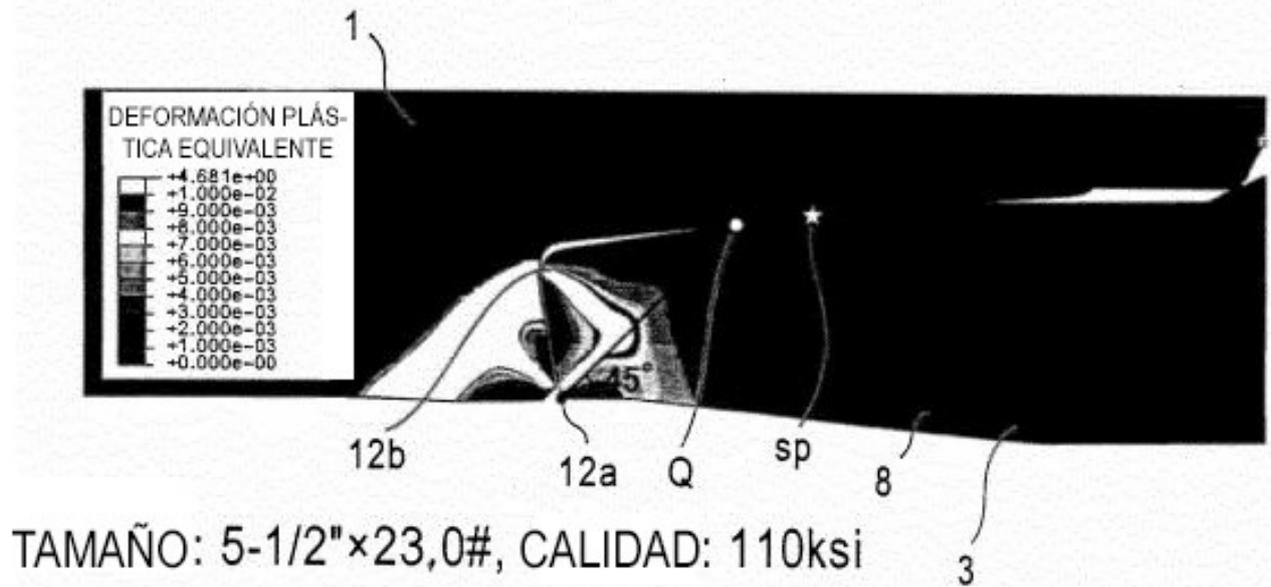


FIG. 6A

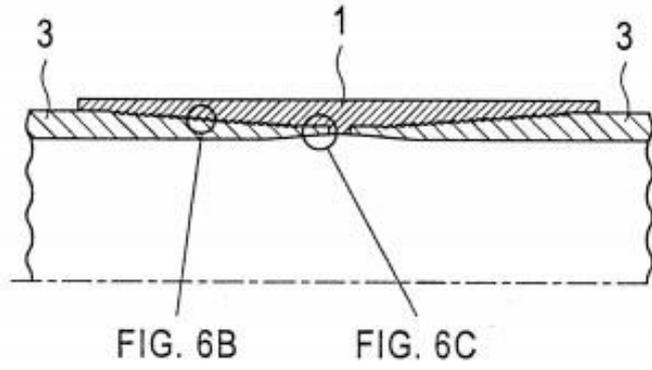


FIG. 6B

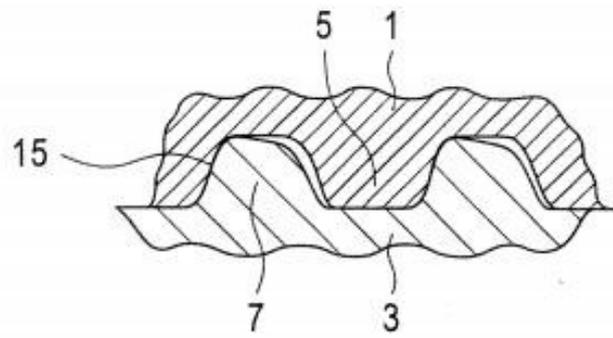


FIG. 6C

