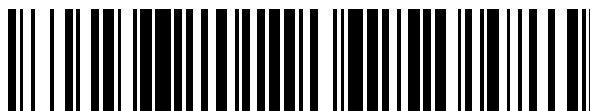


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 724**

51 Int. Cl.:

**E21B 17/042** (2006.01)

**E21B 17/08** (2006.01)

**F16L 15/06** (2006.01)

**F16L 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2008 E 08846414 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2210030**

54 Título: **Junta roscada para tubos de acero**

30 Prioridad:

**08.11.2007 WO PCT/JP2007/072231**

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

**11.12.2015**

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (50.0%)**  
**6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku**  
**Tokyo 100-8071, JP y**  
**VALLOUREC OIL AND GAS FRANCE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**YAMAGUCHI, SUGURU;**  
**NAKAMURA, KEIICHI;**  
**SUGINO, MASAACKI;**  
**IWAMOTO, MICHIIKO;**  
**BRIQUET, GABRIEL;**  
**PATUREAU, CLAIRE;**  
**DALY, DALY;**  
**MAILLON, BERTRAND y**  
**BEIGNEUX, SYLVAIN**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

**ES 2 553 724 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**

Junta roscada para tubos de acero.

5 Campo técnico

Esta invención se refiere a una junta roscada para uso en la conexión de tubos de acero como artículos tubulares para la industria petrolera (OCTG), los cuales incluyen tubos de producción y tubos de revestimiento principalmente usados para la exploración y la producción de pozos de petróleo y pozos de gas, tubos verticales, tubos de  
 10 conducción y semejantes. En particular, la presente invención se refiere a una junta roscada para tubos de acero de los que tienen una superficie de sellado y una superficie de hombro además de una parte roscada y que tiene excelentes propiedades de sellado contra la presión interna y externa y excelente resistencia a la compresión cuando se somete repetidamente a cargas combinadas.

15 Técnica anterior

La tecnología usada para conectar tubos de acero usados en equipos de la industria petrolera tales como artículos tubulares, tubos verticales y tubos de conducción incluye juntas roscadas. Las juntas roscadas para tubos de acero están constituidas por un perno que tiene un elemento de rosca macho provisto en el extremo de un primer miembro  
 20 tubular y una caja que es un elemento de rosca hembra provisto en el extremo de un segundo miembro tubular. La junta se aprieta enroscando la rosca macho y la rosca hembra.

Las juntas roscadas estándar las prescriben las normas del API (American Petroleum Institute) pero en los últimos 5 años, los ambientes para la exploración y producción de petróleo crudo y gas natural se están volviendo más  
 25 severos. Como resultado de ello, se están usando cada vez más las juntas roscadas especiales de alto rendimiento conocidas como juntas premium, que no han sido prescritas por las normas del API.

En una junta premium convencional, además de una rosca ahusada para conectar firmemente los tubos de acero, el perno y la caja tienen superficies de sellado que pueden formar un sellado de metal a metal que proporcionan un  
 30 rendimiento de sellado y unas superficies de hombro de torsión que actúan como topes durante el apriete (ensamblaje).

En el pasado, puesto que predominaban los pozos verticales, era suficiente para una junta roscada para OCTG soportara la carga de tensión debida al peso de los tubos y previniera las fugas del fluido de alta presión que pasaba  
 35 a lo largo de su interior. No obstante, en los últimos años, los pozos se hacen cada más profundos y el número de pozos inclinados y horizontales que se pandean debajo de la tierra está aumentando y se están desarrollando cada vez más pozos en ambientes difíciles, tales como en el mar o en las regiones polares. Por lo tanto, las propiedades requeridas para las juntas roscadas se están volviendo más variadas y más estrictas como lo ejemplifican la resistencia a la compresión, la resistencia al pandeo, la capacidad de sellado contra la presión externa y la facilidad  
 40 de uso en el campo.

Como resultado, las pruebas de calificación para juntas roscadas se están volviendo más severas. En la prueba de Serie A de las normas ISO 13679 recientes, se aplican tres veces las alternativas de presión interna y presión externa combinada con tensión o compresión (presión interna + tensión, presión interna + compresión, presión  
 45 externa + tensión y presión externa + compresión) (citadas aquí como cargas combinadas repetidas). Estas condiciones de prueba severas no se tuvieron en cuenta en el desarrollo de las juntas roscadas en el pasado.

Como se muestra en la Figura 2, una junta premium convencional tiene una estructura en la que una parte no roscada 12 denominada parte de reborde suministrada en el extremo de una parte roscada que tiene una rosca  
 50 macho ahusada 11 suministrada en un perno 1 que es un elemento macho roscado. Una superficie de sellado 13 para formar un sellado de metal a metal se suministra en la superficie periférica exterior de la parte de reborde. Una superficie de hombro de torsión 14 se suministra en la superficie de extremo de la parte de reborde (y en consecuencia en la superficie de extremo del perno).

55 Naturalmente, una caja 2 que es un elemento hembra roscado se suministra con una rosca hembra 21, una superficie de sellado 23 y una superficie de hombro 24 en la parte posterior de la caja que corresponde a o coincide

con la rosca macho 11, la superficie de sellado 13 y la superficie de hombro 14 de la superficie de extremo, respectivamente, del perno 1.

5 Se suministra una superposición en la dirección radial denominada interferencia entre las superficies de sellado del perno y la caja. Este tipo de junta roscada está diseñado de manera que si la junta se aprieta hasta que las superficies de hombro del perno y la caja se tocan entre sí, las superficies de sellado de ambos miembros estén en contacto alrededor de toda su periferia y se suministre un sellado por contacto de metal a metal.

10 El rendimiento de sellado antes descrito se muestra hasta el punto más alto cuando el apriete se realiza con una torsión adecuada en el periodo desde donde los hombros están contiguos hasta que los hombros comienzan a sufrir deformación plástica (cuando se produce un estado de apriete normal).

15 Las superficies de hombro actúan no sólo como topes para el apriete, sino también como soporte de casi cualquier carga de compresión que actúe en la junta. Por lo tanto, si las superficies de hombro no son gruesas o si los hombros no son rígidos, no pueden soportar una gran carga de compresión.

20 La técnica anterior para aumentar la resistencia a la presión externa y la resistencia a la compresión de una junta premium está descrita en WO 2004/109173 (Documento 1 de Patente). La junta roscada aumenta en gran medida la resistencia a la presión externa proporcionando una parte que no tiene contacto con la caja (denominada a continuación como una parte de protuberancia) entre la superficie de hombro y la superficie de sellado de la superficie de extremo del perno. Al mismo tiempo, el ángulo de ahusamiento de la parte de protuberancia está hecho 0 grados (una superficie cilíndrica) o está hecho más pequeño que el ángulo de la superficie de sellado. Debido al suministro de la parte de protuberancia, se evita una disminución en el espesor de la superficie de hombro de la superficie de extremo y puede lograrse un aumento en la resistencia a la compresión.

25 Sin embargo, en la junta roscada descrita en el Documento 2 de Patente, cuando se aplican simultáneamente una gran fuerza de compresión y una presión externa y cuando posteriormente se aplican al mismo tiempo una fuerza de tensión y una presión interna, los inventores encontraron que puede existir un riesgo de desarrollar una fuga.

30 WO 00/08367 (Documento 2 de Patente) describe una junta roscada en donde se suministra una región de contacto ajustado en dos lugares de una parte de reborde, principalmente, una región de contacto ajustado cerca de la parte roscada se define como una superficie de sellado y una región de contacto ajustado cerca de la superficie de extremo (superficie de hombro) se define como una parte de protección. La parte de protección que es una segunda región de contacto suministrada en un lugar cercano al extremo de la parte de reborde tiene el objetivo de proporcionar un primer sellado contra la presión interna (y de esta manera proteger la superficie de sellado) y optimizar las fuerzas y los momentos que sufre el reborde.

40 En la junta roscada descrita en el Documento 2 de Patente, la cantidad de interferencia de la parte de protección está ajustada para que sea más alta que la cantidad de interferencia de la superficie de sellado (al menos 1,15 veces y como máximo 1,3 veces) con el fin de retener una cantidad suficiente de presión de contacto en la parte de protección mientras se obtiene una presión de contacto moderada en la superficie de sellado. Además, como el Documento 2 de Patente incita a ajustar distancias suficientes desde el hombro hasta la parte de protección, desde la parte de protección hasta la superficie de sellado y desde la superficie de sellado hasta la rosca, la parte de reborde está diseñada para ser extremadamente larga, por lo que no se puede obtener un espesor suficiente 45 (dimensión radial) de la superficie de hombro. Como resultado de ello, cuando se aplica una gran carga de compresión, la junta puede no soportar de manera suficiente la carga de compresión y se cree que su rendimiento de compresión puede ser inadecuado.

50 DE 4446806 (Documento 3 de Patente) describe una junta roscada del mismo tipo descrito en el Documento 2 de Patente 2.

La Patente de EE. UU. n.º 4.473.245 (Documento. 4 de Patente) describe una junta roscada en la que se proporciona un sellado de metal a metal en el exterior del tubo y un hombro de torsión proporciona un sellado de metal a metal adicional. Sin embargo, en la junta roscada descrita en el Documento 4 de Patente, el espesor de una 55 parte de reborde está diseñado para ser muy delgado, por lo que es difícil garantizar la resistencia a la alta presión externa y a la alta compresión.

La Patente de EE. UU. n.º 3.489.437 (Documento 5 de Patente) describe una junta roscada en donde se proporcionan un sellado de metal a metal y un hombro. Sin embargo, en la junta roscada descrita en el Documento 5 de Patente, la parte de reborde está diseñada de acuerdo con la misma regla que una junta premium convencional en la Figura 2, por lo que no se considera que garantice la resistencia a la alta presión externa y a la alta compresión.

La Patente de EE. UU. n.º 3.870.351 (Documento 6 de Patente) describe una junta roscada caracterizada porque sus superficies de hombro tienen un perfil particular. En la junta roscada descrita en el Documento 6 de Patente, las superficies de hombro son perfiles redondeados (siendo convexa la superficie de hombro del perno o de la caja y siendo cóncava la superficie de hombro del perno o de la caja) y funcionan para formar un segundo sellado. Esta estructura pretende igualar el contacto entre las superficies de sellado del primer sellado suprimiendo la mala alineación o la flexión del reborde hacia el eje del tubo en el momento del ensamblaje.

Sin embargo, en una junta roscada descrita en el Documento 6 de Patente, aunque se tenga en cuenta la igualación de la superficie de contacto o la presión de sellado del primer sellado, no se considera el uso de la junta roscada en una situación en la que ahí actúen simultáneamente una alta fuerza de compresión y una alta presión externa. Como se muestra en la Figura 7 de este documento de patente, existe un espacio entre el lado exterior de la superficie de hombro cóncava de la caja y el borde exterior de la superficie de hombro convexa del perno. En una situación donde ahí actúan una alta fuerza de tensión y una alta presión externa, las superficies de hombro del perno y la caja pueden separarse fácilmente debido a la alta fuerza de tensión y la punta del reborde puede deformarse o moverse con facilidad hacia el lado exterior (es decir, en la dirección que expande el diámetro). Por lo tanto, en una junta roscada descrita en el Documento 6 de Patente, es difícil controlar y suprimir la deformación o el movimiento de la punta del perno hacia el lado exterior como se describe anteriormente. Además, si la superficie de hombro del perno tiene un perfil convexo, la parte de borde más interior de la superficie de hombro de la caja que es cóncava es tan delgada que la superficie de hombro de la caja tiende a sufrir una deformación plástica severa cuando se aplica una alta carga de compresión a la junta.

Documento 1 de patente: WO 2004/109173

Documento 2 de patente: WO 00/08367

Documento 3 de patente: DE 4446806

Documento 4 de patente: Patente de EE. UU. n.º 4.473.245

Documento 5 de patente: Patente de EE. UU. n.º 3.489.437

Documento 6 de patente: Patente de EE. UU. n.º 3.870.351

El Documento D4 de Patente da a conocer una junta de tubo en la que se suministra un sellado de metal a metal en el exterior del tubo, un hombro de torsión proporciona un mayor sellado de metal a metal y un sellado todavía mayor se consigue con un anillo de plástico elástico. La caja está protegida de la distensión que podría provocar un imprevisto en las roscas proporcionando el grosor de la caja en el punto de sellado en el diámetro máximo de sellado para el diámetro exterior de la caja en comparación con el grosor de pared total del tubo en relación con el diámetro exterior del tubo.

#### Memoria descriptiva de la invención

El objetivo de la presente invención es proporcionar una junta roscada de tipo premium para tubos de acero que resuelva los problemas de la técnica anterior antes descrita y que tenga excelente resistencia a la compresión y que pueda aumentar en gran medida el rendimiento global de sellado cuando se someta a cargas combinadas repetidas.

Como se describe en el Documento 1 de Patente, se sabe que la resistencia a la presión externa se mejora en gran medida en una junta roscada de tipo premium para tubos de acero suministrando una parte de protuberancia que no tenga contacto con la caja entre la superficie de sellado de la parte de reborde y la superficie de hombro de la superficie de extremo de un perno.

Sin embargo, cuando una torsión alta o una carga de compresión alta actúa en la junta roscada que tiene una parte de protuberancia, algunas veces la junta puede desarrollar fugas. Después de minuciosos estudios, los inventores han encontrado que una razón para desarrollar fugas está relacionada con la parte de protuberancia larga que no

está sujeta y puede moverse en la dirección radial (la dirección perpendicular al eje de la junta); la superficie de hombro en la superficie de extremo de la parte de reborde del perno se deforma por lo tanto de manera inestable en esta dirección, se desarrolla una deformación plástica debido al pandeo de toda la parte de reborde, lo que implica un riesgo para el rendimiento de sellado producido por el contacto de metal a metal de las superficies de sellado situadas cerca de las roscas que resultarán dañadas. En consecuencia, con el fin de obtener buenas propiedades de sellado de manera estable contra la presión interna y externa en una junta roscada para tubos de acero teniendo una parte de protuberancia, es necesaria una estructura que impida la deformación inestable de la superficie de hombro de la parte de reborde del perno. Además, con el fin de impedir la deformación inestable manteniendo al mismo tiempo la resistencia de torsión y unas buenas propiedades de sellado contra la presión interna y externa, es necesaria una estructura que garantice la longitud de la parte de reborde del perno y el espesor de la superficie de hombro.

De acuerdo con la presente invención, la deformación en la dirección radial de la superficie de hombro de la superficie de extremo de la parte de reborde del perno puede suprimirse haciendo que una parte principal de la superficie de hombro (denominada a continuación como la superficie de hombro principal) tenga una forma que haga frente a la deformación hacia la superficie interior y suministrando un hombro sustituto como un hombro secundario que haga frente a la deformación hacia la superficie exterior. Concretamente, la superficie de hombro se inmoviliza de manera que la deformación no ocurra hacia la superficie interior o la superficie exterior. Con el fin de mantener una buena resistencia a la compresión, gran parte del espesor de la superficie de hombro del perno lo ocupa el hombro principal que tiene una ligera inclinación con la superficie perpendicular de la dirección axial de la junta. El hombro sustituto no recibe sustancialmente carga de compresión y es suficiente para que detenga la deformación en la dirección radial externa del extremo del perno. Por lo tanto, el espesor del hombro sustituto es preferentemente lo más pequeño posible. Sólo cuando la alta carga de compresión actúa en la junta roscada entre el perno y la caja, la superficie de hombro del perno se sostiene de manera estable con la superficie de hombro de la caja mediante el empalme del hombro principal y el hombro sustituto y se evita la deformación inestable en la dirección radial del extremo de la parte de reborde, garantizando en consecuencia una buena resistencia a la compresión.

La presente invención es una junta roscada para tubos de acero que comprende un perno y una caja, el perno con una rosca macho y un reborde que comprende (i) una superficie de sellado y (ii) una parte de protuberancia provista con una superficie de hombro, la caja con una rosca hembra, una superficie de sellado y una superficie de hombro, la rosca macho enroscada con la rosca hembra, la superficie de sellado del perno en contacto de sellado con la superficie de sellado correspondiente de la caja, la superficie de hombro del perno colocada en una cara de extremo del perno, la superficie de hombro del perno comprende dos superficies adyacentes distintas, el hombro principal en el lado interior y el hombro sustituto en el lado exterior, la superficie de hombro correspondiente de la caja que da hacia las superficies de hombro del perno comprende dos superficies adyacentes distintas, el hombro principal en el lado interior y el hombro sustituto en el lado exterior, estando colocadas las superficies de hombro principal del perno y la caja para evitar una deformación radialmente hacia dentro del extremo del reborde, estando colocadas las superficies de hombro sustituto del perno y la caja para limitar una deformación radialmente hacia fuera del extremo del reborde, teniendo el hombro principal del perno un grosor mayor en la dirección radial que el hombro sustituto del perno, estando por lo menos la superficie de hombro principal del perno apoyada axialmente en al menos la superficie de hombro principal correspondiente de la caja, teniendo por lo menos una parte de protuberancia del perno una superficie periférica exterior que no sea una prolongación de la superficie de sellado del perno, donde la superficie de sellado del perno se encuentra localizada cerca de la rosca macho, y la superficie periférica exterior de la parte de protuberancia existe entre la superficie de sellado del perno y la superficie de hombro del perno, y la superficie periférica exterior de la parte de protuberancia no tiene contacto con la parte de la caja que da hacia la parte de protuberancia del perno, donde la superficie de sellado del perno, la superficie exterior de la parte de protuberancia del perno y la superficie de hombro sustituto del perno no están alineadas y donde la superficie de sellado de la caja, la superficie interior de la parte de la caja que da hacia la superficie exterior de la parte de protuberancia del perno y la superficie de hombro sustituto de la caja no están alineadas.

Aquí, "la superficie de hombro del perno comprende dos superficies adyacentes distintas" significa que los ángulos de la superficie de hombro principal y la superficie de hombro sustituto con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta roscada son claramente diferentes.

En las realizaciones preferentes de la presente invención, la superficie de hombro principal del perno es una superficie de hombro inverso que tiene un ángulo negativo con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta y

la superficie de hombro sustituto tiene un ángulo positivo.

"La superficie de hombro principal del perno es una superficie de hombro inverso que tiene un ángulo negativo con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta" significa una superficie de hombro que tiene un ángulo de inclinación de tal forma que la parte más interior de la superficie de hombro principal sea hasta la parte posterior de la parte más exterior (la parte que colinda con la superficie de hombro sustituto) en la dirección de avance del perno al apretar la junta roscada. Del mismo modo, "la superficie de hombro sustituto tiene un ángulo positivo" significa la superficie; de hombro sustituto que tiene un ángulo de inclinación con respecto a su ángulo de referencia de tal forma que la parte más alejada de la superficie de hombro sustituto sea hasta la parte posterior de la parte más interior (la parte que colinda con la superficie de hombro principal) en la dirección de avance del perno al apretar la junta roscada. Estos ángulos de inclinación están entonces en el intervalo entre -90 y +90 grados.

En una realización preferente de la presente invención, sólo la superficie de hombro principal del perno está en apoyo axial con la superficie de hombro principal correspondiente de la caja. No hay entonces ningún contacto de manera ajustada sustancial y más preferentemente ningún contacto en absoluto entre los hombros sustitutos del perno y la caja. El rendimiento de sellado entre la superficie de sellado del perno y la caja se logra de una manera más efectiva.

"Por lo menos un segmento de la parte de protuberancia tiene una superficie periférica exterior que no está en la prolongación de la superficie de sellado" significa que la forma de la superficie exterior de un segmento o la totalidad de la parte de protuberancia es sustancialmente diferente a la forma de la superficie de sellado. El segmento de la parte de protuberancia que tiene una forma diferente a la superficie de sellado es preferentemente una región que se extiende al menos por la mitad de la longitud en la dirección axial de la parte de protuberancia y por lo tanto se llama segmento principal de la parte de protuberancia. Por ejemplo, este segmento (principal) de la parte de protuberancia puede ser una superficie cilíndrica que no está inclinada con respecto a la dirección axial, o puede ser una superficie ahusada con un ángulo pequeño de inclinación. Una región que es el resto de la parte de protuberancia es preferentemente una región más corta que la mitad de la longitud axial y puede tener la misma forma que la superficie de sellado (principalmente, puede ser una extensión de la superficie de sellado).

En otras, realizaciones preferentes, el valor absoluto del ángulo de las superficies de hombro principal del perno y la caja es de 5 a 25 grados con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta (principalmente, el ángulo de la superficie de hombro principal del perno está en el intervalo de -5 a -25 grados) y el ángulo de inclinación de sus superficies de hombro sustituto es de 5 a 30 grados con respecto al eje de la junta (de +60 a +85 grados con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta) y el ángulo de inclinación de las superficies de sellado del perno y la caja está en el intervalo de 5 a 25 grados con respecto al eje de la junta. El ángulo de inclinación de las superficies de hombro sustituto (con referencia al eje de la junta) es preferentemente más grande que el ángulo de inclinación de las superficies de sellado. Como resultado, aun si la superficie de hombro se deforma en la dirección axial, se evita una disminución en el rendimiento de sellado debido a la deformación de la superficie de sellado.

Con el fin de aumentar la resistencia a la compresión, es conveniente que el espesor (dimensión radial) de la superficie de hombro en el extremo del perno se haga lo más grande posible y que la sección transversal de las partes más cercanas al extremo que la superficie de sellado (principalmente, la parte de protuberancia) se haga lo más grande posible. Para este propósito, en su segmento principal como se definió anteriormente, la parte de protuberancia tiene preferentemente una inclinación más pequeña que la inclinación de la superficie de sellado y la superficie de hombro sustituto con respecto al eje de la junta. De manera específica, la forma de la superficie exterior del segmento principal de la parte de protuberancia del perno puede formar una superficie cilíndrica (con una inclinación de 0 grados con respecto al eje de la junta) o una superficie troncocónica con una inclinación con respecto al eje de la junta que es menor que la inclinación de la superficie de sellado o la superficie de hombro sustituto con respecto al mismo eje.

Si la superficie exterior de la parte de protuberancia tiene contacto con la superficie interior de la caja después de apretar la junta roscada, existe el riesgo de que se dañe el rendimiento de sellado de la junta. Por lo tanto, con el fin de evitar ciertamente este contacto, se suministra, preferentemente, un espacio de separación (distancia radial entre superficies que no tienen contacto) de por lo menos 0,1 mm entre estas superficies en la región principal antes descrita de la parte de protuberancia. La superficie interior de la caja en esta región tiene preferentemente una forma similar a la forma de la parte de protuberancia del perno y el espacio de separación preferentemente se hace

uniforme en la región principal.

Como se mencionó anteriormente en la explicación de "por lo menos un segmento de la parte de protuberancia tiene una superficie periférica exterior que no está en la prolongación de la superficie de sellado", la superficie parcial de la parte de protuberancia del perno que colinda con la superficie de sellado puede tener la misma inclinación que la superficie de sellado.

La unión entre la superficie de hombro sustituto y la superficie de hombro principal del perno forma preferentemente un pico redondeado que tiene un radio de 1,5 mm como máximo.

Las superficies de sellado del perno y la caja pueden ser ambas una superficie troncocónica, pero haciendo una de las superficies de sellado una superficie troncocónica y la otra superficie de sellado una superficie curva de rotación (superficie tórica) con un radio de curvatura de por lo menos 20 m o una combinación de una superficie curva de rotación y una superficie troncocónica aumenta el rendimiento de sellado de la junta.

Las superficies de hombro sustituto tanto del perno, como de la caja son preferentemente superficies troncocónicas. Las superficies de hombro principal tanto del perno, como de la caja son preferentemente superficies troncocónicas, pero también es posible que una sea una superficie curva saliente (superficie tórica convexa) y la otra sea una superficie curva ahuecada (superficie tórica cóncava) o una combinación de dichas superficies curvas con superficies planares como se describe en WO 2007/017082. Como una alternativa, las superficies de hombro principal pueden tener una forma escalonada como se describe en EE. UU. 4.611.838, evitando dicha forma escalonada la deformación hacia dentro del extremo del perno.

El espesor (dimensión radial) de la superficie de hombro principal es preferentemente al menos 1,5 veces el espesor de la superficie de hombro sustituto.

En una junta roscada de tipo premium para tubos de acero de acuerdo con la presente invención, se suministra una parte de protuberancia que no tiene contacto con la caja en el extremo de la parte de reborde de un perno y la forma de las superficies de hombro de sus superficies de extremo tiene una estructura de doble hombro con una superficie de hombro principal y una superficie de hombro sustituto, por medio de lo cual se obtiene un buen rendimiento de compresión. Como resultado, cuando se aplica repetidamente una carga combinada, el rendimiento de sellado aumentado en gran medida y ya no ocurren fugas en una prueba de Serie A de acuerdo con las normas ISO 13679.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es una vista en sección transversal esquemática de los alrededores de la parte de reborde de una junta roscada para tubos de acero de acuerdo con la presente invención en donde el segmento principal de la parte de protuberancia es una superficie troncocónica.

La Figura 2 es una vista en sección transversal esquemática de una junta premium convencional para OCTG del tipo de acoplamiento convencional, siendo (A) una vista parcial que muestra sólo un lado y siendo (B) una vista de la totalidad.

La Figura 3 es una vista en sección transversal esquemática de una junta roscada para tubos de acero de acuerdo con la presente invención.

La Figura 4 es una vista en sección transversal esquemática de los alrededores de la parte de reborde de una junta roscada para tubos de acero de acuerdo con la presente invención en donde el segmento principal de la protuberancia es una superficie cilíndrica.

La Figura 5 es una vista esquemática en sección transversal de la forma de una rosca. Las Figuras 6(A) a 6(D) son diagramas esquemáticos que ilustran los surcos formados en la superficie de hombro de un perno.

La Figura 6(A) es una vista parcial en perspectiva, las Figuras 6(B) - 6(C) son vistas de extremo y la Figura 6(D) muestra un perfil axial de un perno y una caja cerca del extremo del perno.

Las Figuras 7 y 8 muestran los surcos formados en la superficie de hombro de un perno.

Mejor forma de llevar a cabo la invención

- 5 A continuación, se explicará una junta roscada para tubos de acero de acuerdo con la presente invención haciendo referencia al mismo tiempo a los dibujos.

Las Figuras 1, 3 y 4 son vistas en sección transversales esquemáticas de una junta roscada para tubos de acero de acuerdo con la presente invención. Esta junta roscada es un tipo de junta roscada de tipo premium que comprende un perno 1 y una caja 2. Por consiguiente, el perno 1 comprende una parte roscada que tiene una rosca macho 11 y una parte de reborde 12 situada en el lado de extremo delantero de la parte roscada que tiene una superficie de sellado 13. Se suministra una superficie de hombro en la superficie de extremo de la punta de la parte de reborde. Como se muestra en estas figuras, la superficie de sellado 13 del perno 1 normalmente está posicionada en forma adyacente o alrededor de la parte roscada de la parte de reborde 12. La caja 2 tiene una parte roscada que tiene una rosca hembra 21 que se engrana con la rosca macho 11 del perno, una superficie de sellado 23 que puede tener un contacto de sellado con la superficie de sellado 13 del perno (para lograr un sellado de contacto de metal a metal) y una superficie de hombro en contacto con la superficie de hombro del perno en la dirección axial de la junta.

Como se muestra en la Figura 5, la rosca macho 11 del perno 1 y la rosca hembra 21 de la caja 2 son ambas roscas ahusadas, con el diámetro de la cresta de rosca y la raíz de rosca disminuyendo gradualmente hacia el extremo del perno. Del mismo modo, las superficies de sellado 13 y 23 del perno 1 y la caja 2 son superficies ahusadas que disminuyen en diámetro hacia el extremo del perno.

Una parte de la rosca macho más cerca de la punta de la parte roscada del perno (el lado que colinda con la parte de reborde 12) puede ser una rosca de no enganche que no se engrana con la rosca hembra 21 de la caja 2. En este caso, como se muestra en la figura 3, se forma preferentemente un surco circunferencial 32 en la parte de la caja 2 que está opuesta a la rosca de no enganche del perno. De esta manera, se aumenta la rigidez del reborde y la resistencia de la junta a la compresión. Con el mismo objetivo, puede aumentarse el espesor de pared del perno y la caja hacia la superficie de hombro (se disminuye el diámetro interior) mediante troquelado o alteración.

La parte de reborde 12 del perno 1 tiene una parte de protuberancia 16, que es una región sin contacto que no tiene contacto con la parte opuesta de la caja, entre la superficie de sellado 13 y la superficie de hombro en su extremo. Por lo tanto, la longitud de la parte de reborde aumenta en comparación con una junta premium usual mostrada en la Figura 2 que no tiene una región sin contacto delante de la superficie de sellado del perno.

En la presente invención, la superficie de hombro de extremo del perno 1 tiene una estructura de dos niveles que comprende una superficie de hombro principal 14 en el lado de la superficie interior de la junta y una superficie de hombro sustituto 15 en la superficie exterior de la junta. El espesor 46 (el espesor proyectado en un plano perpendicular al eje de la junta) de la superficie de hombro principal 14 es más grande que el espesor 47 de la superficie de hombro sustituto 15. La superficie de hombro principal 14 del perno 1 es una superficie de hombro inverso en donde el ángulo 42 con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta es un ángulo negativo. Por otro lado, el ángulo de la superficie de hombro sustituto 15 con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta es positivo. Desde luego, la superficie de hombro de la caja 2 que tiene contacto con las superficies de hombro 14 y 15 del perno 1 comprende como corresponde una superficie de hombro principal 24 en el lado de superficie interior de la junta y una superficie de hombro sustituto 25 en la superficie exterior de la junta.

Con una junta premium usual, se exige un rendimiento de compresión de aproximadamente un 40 a un 60% del límite de elasticidad del cuerpo del tubo y en algunos pozos petroleros, es necesario un rendimiento de compresión que supere el 80%. Por supuesto, la carga de compresión la sujetan no sólo los hombros sino también las partes roscadas y si se usan roscas que tengan una buena capacidad para soportar una carga de compresión, la carga en los hombros puede disminuir hasta ese punto. Sin embargo, el espesor de la parte de reborde 41 (el espesor de pared del perno en la mitad de la superficie de sellado 13) está hecho por lo menos un 25% y el de 5 preferentemente al menos un 50% del espesor de pared del cuerpo de tubo de manera que la parte de reborde tenga la resistencia a la compresión exigida de ella.

Cuanto más grande sea el espesor de la superficie de sellado y la parte de protuberancia de la parte de reborde,



mayor será su capacidad de sellado contra la presión externa, por lo que cuando se forma un chaflán 17 en la superficie interior del extremo de la parte de reborde con el fin de evitar la turbulencia aumentando la circularidad, el ángulo del chaflán 17 con respecto al eje de la junta es preferentemente un ángulo bastante pequeño en el intervalo de 9 a 30 grados. Aunque este no sea el caso en la Figura 1, 3 y 4, se puede suministrar del mismo modo un chaflán 5 con un ángulo poco profundo en la superficie interior de la caja 2 que colinda con el perno 1.

La forma de las superficies de sellado 13 y 23 del perno 1 y la caja 2 puede formarlas una línea recta que está inclinada con respecto al eje de la junta o una línea curva como un arco circular (la primera se denominará superficie troncocónica y la última se denominará superficie curva de rotación), o puede ser una superficie de rotación formada 10 haciendo girar un segmento de línea que es una combinación de ambas líneas alrededor del eje de la junta (principalmente, una combinación de una superficie troncocónica y una superficie curva de rotación). Preferentemente, la superficie de sellado del perno 1 o de la caja 2 la forma una superficie troncocónica y la superficie de sellado del otro es una superficie curva de rotación o una combinación de una superficie curva de rotación y una superficie troncocónica. Como resultado, el rendimiento de sellado de la junta aumenta y es difícil que 15 se produzca la fricción.

Si la inclinación 44 (ángulo de inclinación) de las superficies de sellado 13 y 23 con respecto al eje de la junta es demasiado pronunciada, se produce una disminución en la presión de contacto de sellado en el momento de una carga de tensión, mientras que si la inclinación, es demasiado moderada, es más fácil que se produzca la fricción 20 debido a un aumento en la distancia de corrimiento. El ángulo de inclinación 44 de las superficies de sellado está en el intervalo de 5 a 25 grados y, preferentemente, en el intervalo de 10 a 20 grados. Cuando se emplean roscas ahusadas, el ángulo de inclinación 44 de las superficies de sellado es más grande que el ángulo de inclinación de las roscas 11, 21. Por ejemplo, el ángulo de inclinación de las roscas está entre 1 y 5 grados, preferentemente, 25 alrededor de 1,6 grados.

Si un ángulo inverso de por lo menos una cierta cantidad se proporciona a las superficies de hombro principal 14 y 24 del perno 1 y la caja 2, la deformación de la parte de reborde cuando se aplica una carga de compresión se vuelve uniforme propagándose en la dirección radial hacia fuera y el rendimiento de sellado de la junta aumenta. Sin embargo, si el ángulo inverso se hace demasiado grande, puede ocurrir una deformación plástica excesiva en la 30 superficie de hombro principal 24 de la caja, proporcionando en consecuencia el efecto de estabilizar la deformación y disminuir el rendimiento de sellado de la junta. Por lo tanto, el ángulo inverso 42 de las superficies de hombro principal 14 y 24 es tal, que el valor absoluto de la inclinación 42 de la superficie de hombro principal 14 del perno 1 con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta (que es en realidad un ángulo negativo) es de 5 y 25 grados, preferentemente, de 10 a 20 grados. 35

Las superficies de hombro sustituto 15 y 25 del perno 1 y la caja 2 actúan como topes que suprimen la excesiva deformación hacia fuera del extremo de la parte de reborde 12 del perno 1. Por lo tanto, las superficies de hombro sustituto 15 y 25 no tienen contacto entre sí en un estado apretado normal. Cuando actúa una alta carga de compresión o se aplica una torsión de apriete excesiva, tienen contacto y suprimen la deformación hacia fuera de la 40 parte de reborde.

La interferencia diamétrica geométrica (diferencia en el diámetro medido en un plano de referencia antes de apretar el perno y la caja) de las superficies de hombro sustituto se hace como máximo 1,1 veces la interferencia de las superficies de sellado y, preferentemente, se hace sustancialmente igual a la interferencia diamétrica geométrica de 45 las superficies de sellado. La expresión "sustancialmente igual" permite una variación de hasta el 5%.

Al diseñar las superficies de hombro sustituto 15 y 25 del perno y la caja para tener casi la misma interferencia que hay entre las superficies de sellado 13 y 23 en un estado apretado normal, todo el reborde del perno se pandeará hacia dentro (disminuirá en diámetro) debido al efecto de la interferencia de las superficies de sellado del perno y la 50 caja, y la superficie de hombro sustituto del perno se pandeará hacia dentro al menos en la misma cantidad que la interferencia de las superficies de sellado, por lo que no se producirá el contacto entre las superficies de hombro sustituto del perno y la caja.

Sin embargo, es permisible que los hombros sustitutos 15 y 25 tengan contacto entre sí en un estado apretado 55 normal. En este caso, la presión de contacto de los hombros sustitutos se hace como máximo el 50% de la presión de contacto de las superficies de sellado para no tener un efecto adverso en las propiedades de sellado.

El estado apretado normal significa que el perno y la caja de una junta roscada están apretados para llegar a una torsión de apriete adecuada, establecida por el fabricante de la junta de acuerdo con su forma y su material. En el estado apretado normal, las superficies de hombro (las superficies de hombro principal en el caso de una junta roscada de acuerdo con la presente invención) del perno y la caja tienen contacto entre sí con una cierta cantidad de interferencia sin aflojamiento global o deformación plástica extensa.

La inclinación 43 de las superficies de hombro sustituto 15 y 25 con respecto al eje de la junta se hace por lo menos 5 grados y como máximo 30 grados (principalmente, la inclinación con respecto a la dirección perpendicular al eje de la junta es por lo menos de +60 grados y como máximo de +85 grados) y, preferentemente, es mayor que la inclinación del sellado (inclinación 44) desde el punto de vista de garantizar un espesor suficiente de las superficies de hombro principal 14 y 24 y suprimir la deformación de las superficies de hombro en la dirección perpendicular al eje de la junta (la dirección radial).

Preferentemente, la superficie de sellado del perno, la superficie exterior de la parte de protuberancia del perno y la superficie de hombro sustituto del perno no están alineadas y la superficie de sellado de la caja, la superficie interior de la parte de la caja que da hacia la superficie exterior de la parte de protuberancia del perno y la superficie de hombro sustituto de la caja no están alineadas.

Desde el punto de vista de mantener la resistencia a la compresión y la resistencia a la torsión, el espesor de la superficie de hombro sustituto 15 del perno 1 (el espesor proyectado en un plano perpendicular al eje de la junta) se hace más pequeño que el espesor de la superficie de hombro principal 14. Preferentemente, el espesor de la superficie de hombro principal 14 del perno 1 se hace por lo menos 1,5 veces el espesor de la superficie de hombro sustituto 15, más preferentemente se hace por lo menos 2,5 veces y como máximo 6 veces y todavía más preferentemente se hace por lo menos 3 veces y como máximo 5 veces.

La longitud 45 de la parte de protuberancia 16 del perno 1 (principalmente, la longitud en la dirección axial de toda la parte de protuberancia, es decir, la región sin contacto del perno y la caja, incluyendo la región de la superficie de hombro sustituto que puede estar en contacto con la caja) varía con el tamaño de la junta roscada, pero si es demasiado corta, el efecto de aumentar las propiedades de sellado contra la presión externa desaparece, mientras que si es demasiado larga, el efecto de aumentar las propiedades de sellado se satura. En el intervalo de los tamaños de tubo usados en OCTG (un diámetro exterior de aproximadamente 50 a 550 mm), preferentemente se hace aproximadamente de 4 a 20 mm.

Con el fin de aumentar la resistencia a la compresión, es conveniente que el espesor de la superficie de hombro del extremo del perno 1 se haga lo más grande posible y que el volumen de la fracción de la parte de reborde 12 más cerca del extremo que la superficie de sellado 13 (principalmente, la parte de protuberancia 16 y la superficie de hombro 14, 15) se haga lo más grande posible. Para este, propósito, la superficie exterior de la parte de protuberancia es preferentemente una superficie cilíndrica (con un ángulo de inclinación con respecto al eje de la junta de 0 grados) o una superficie troncocónica con una inclinación con respecto al eje de la junta que es más pequeña que la inclinación de la superficie de sellado y el hombro sustituto encima de una región parcial de ahí en la dirección axial y, preferentemente, encima de una región principal con una longitud de al menos la mitad de la longitud en la dirección axial. En este caso, la superficie interior de la parte de la caja 2 que está opuesta a la parte de protuberancia 16 la forma preferentemente una superficie cilíndrica o una superficie troncocónica (por ejemplo, con la misma inclinación o una inclinación sustancialmente similar) como la forma de la parte de protuberancia encima de al menos la mitad de la longitud en la dirección axial para formar un espacio de separación uniforme desde la superficie exterior de la parte de protuberancia.

En una realización en donde la superficie exterior del segmento principal de la parte de protuberancia 16 la forma una superficie troncocónica (principalmente, una superficie ahusada) (mostrada en la Figura 1 y Figura 3), la superficie interior de la caja tiene una forma troncocónica que está enfrentada al segmento principal de la parte de protuberancia y funciona como una guía, por lo que es posible realizar el apriete centrando al mismo tiempo la parte de reborde del perno, por medio de lo cual las superficies de sellado 13 y 23 del perno 1 y la caja 2 tienen contacto de manera estable y la capacidad de sellado aumenta y puede evitarse la fricción. En caso de que la superficie periférica exterior de la parte de protuberancia del perno y la superficie interior de la parte de la caja que está opuesta a la parte de protuberancia del perno tenga una parte con forma sustancialmente troncocónica, su ángulo

de ahusamiento es preferentemente menor que 10 grados.

Por otro lado, en una realización en donde la parte de protuberancia tiene una superficie cilíndrica (Figura 4) , el espesor (46 + 47) de la superficie de hombro y el espesor 41 de la superficie de sellado 13 pueden hacerse lo más grande posible dentro de un grosor limitado de pared de tubo, de manera que la resistencia a la compresión aumente. Aún en una realización en donde la superficie exterior de la parte de protuberancia es troncocónica, el espesor de la superficie de hombro puede mantenerse cerca del espesor en una realización con una superficie cilíndrica haciendo posible que se produzca el contacto en la superficie de hombro sustituto en el momento del apriete.

10 Si la superficie exterior de la parte de protuberancia del perno tiene contacto con la superficie interior de la superficie opuesta de la caja después del apriete, existe la posibilidad de que resulte afectada la capacidad de sellado. Con el fin de evitar este contacto, el espacio de separación (distancia radial) entre la superficie exterior del segmento principal de la parte de protuberancia del perno y la superficie interior de la parte opuesta de la caja es al menos preferentemente de 0,1 mm en un estado apretado normal de la junta roscada. El espacio de separación es preferentemente de 1,0 mm como máximo ya que un espacio de separación demasiado grande puede ocasionar que la superficie interior de la caja pierda su capacidad de guiar la parte de protuberancia del perno durante el apriete.

20 Sin embargo, como se muestra en la Figura 4, una región parcial de la parte de protuberancia 16 que colinda con la superficie de sellado 13 del perno 1 puede tener la misma inclinación que la superficie de sellado 13 (principalmente, puede llegar a ser una extensión de la superficie de sellado y tener una forma claramente distinta al segmento principal de la parte de protuberancia 16 (una superficie cilíndrica en el ejemplo ilustrado)) y/o una región parcial que colinda con la superficie de hombro sustituto 25 en la parte de la caja 2 que está enfrentada a la parte de protuberancia puede tener la misma inclinación que la superficie de hombro sustituto 25 (puede llegar a ser una extensión de la superficie de hombro sustituto y tener una forma claramente distinta a la superficie interior de la fracción de la caja que da hacia el segmento principal de la parte de protuberancia del perno). Como resultado, se logra no sólo el efecto de la parte de protuberancia sino también un buen rendimiento de apriete mientras se centra la parte de reborde del perno. En este caso, el segmento principal de la parte de protuberancia 16 también tiene claramente una forma distinta a la superficie de sellado 13 y la superficie de hombro sustituto 15 en ambos lados.

La unión entre la superficie de hombro principal 14 y la superficie de hombro sustituto 15 del perno 1 forma un pico redondeado 49 con un radio de 1,5 mm como máximo. Como resultado de ello, puede maximizarse el área de contacto de la superficie de hombro principal y la superficie de hombro sustituto y se logran un aumento en la resistencia a la compresión y la supresión de la deformación en la dirección radial de la superficie de hombro.

Como se discutió al principio, una junta roscada de acuerdo con la presente invención puede mostrar un alto rendimiento bajo compresión debido a una parte de protuberancia que se suministra cerca de la punta de una parte de reborde de un perno para no tener contacto con la superficie opuesta de una caja y debido a una estructura de hombro de dos escalones que tiene una superficie de hombro principal y una superficie de hombro sustituto para la superficie de hombro en el extremo del perno.

Sin embargo, una grasa lubricante que es un líquido usado en el momento del ensamblaje de la junta roscada puede permanecer en el espacio 50, entre el perno y la caja, formado en el área de la parte de protuberancia (más abajo, el espacio se denominará espacio de protuberancia). Al terminar el ensamblaje, la presión en el espacio de protuberancia 50 aumenta por el lubricante confinado en el espacio y la presión aumentada puede ocasionar que la presión de contacto entre las superficies de sellado 13 del perno y la caja disminuya y de esta manera afectar a la capacidad de sellado de la junta.

50 En una realización preferente de la presente invención, la superficie de hombro de por lo menos el perno o la caja tiene al menos un surco o una concavidad que se extiende desde la parte de protuberancia hasta la superficie interior de la junta roscada. De esta manera, el surco se extiende a través tanto de la superficie de hombro principal, como de la superficie de hombro sustituto del perno y/o la caja. Es posible localizar una fracción del surco en la superficie de hombro del perno y la fracción restante de la misma en la superficie de hombro de la caja. De ese modo, el espacio de protuberancia 50 se comunica con el espacio interior de la junta roscada a través del surco. Por lo tanto, cuando la presión del líquido confinado en el espacio de protuberancia aumenta, puede escapar al espacio

interior de la junta roscada a través del surco.

Puede dejarse escapar el líquido en el espacio de protuberancia mediante un agujero de paso que se extiende adentro de la parte de hombro, pero la formación de este agujero de paso es bastante difícil.

5

En una realización particularmente preferente, como se muestra en las Figuras 6(A) - 6(D), se suministra por lo menos un surco en la superficie de hombro del perno.

En el caso mostrado en la Figura 6(A), la superficie de hombro del perno que es la superficie de extremo de la parte de reborde tiene un surco que comprende dos partes de surco, es decir, una parte de surco primera o exterior 51A y una parte de surco segunda o interior 51B. La parte de surco exterior 51A se extiende oblicuamente a través de la superficie de hombro sustituto 15 y la parte de surco interior 51B se extiende oblicuamente a través de la superficie de hombro principal 14. La Figura 6(B) muestra una vista de extremo de la parte de reborde que tiene tres surcos cada uno con dos partes de surco 51A, 51B situadas a lo largo de la circunferencia del extremo del reborde. La Figura 7 muestra una ilustración fotográfica de un extremo de perno que tiene un surco con los surcos de dos escalones en la superficie de hombro.

Con el fin de lograr la función antes descrita, las partes de surco 51A y 51B deben comunicarse entre sí. Para este propósito, como se muestra en la Figura 6(D), a lo largo de la parte circunferencial más interior del hombro de la caja que está opuesto al pico 49 del hombro del perno (la unión o interfase entre la superficie de hombro principal y la superficie de hombro sustituto del perno), puede proporcionarse una concavidad 52 como un canal de conexión para extenderse desde un punto que está opuesto al extremo interior de la parte de surco exterior 51A hasta un punto que está opuesto al extremo exterior de la parte de surco interior 51B, por medio de lo cual las partes de surco 51A, 51B en el hombro del perno se comunican entre sí a través de la concavidad 52 que se extiende a lo largo del pico circunferencial 49 en el hombro de la caja. De manera alternativa, este canal de conexión entre las partes de surco 51A y 51B puede lograrse formando un chaflán o concavidad en la superficie del hombro del perno a lo largo del pico circunferencial 49 para extenderse desde el extremo interior de la parte de surco exterior 51A hasta el extremo exterior de la parte de surco interior 51B. Más preferentemente, la concavidad o el canal de conexión puede formarse tanto en la superficie de hombro del perno, como en la superficie de hombro de la caja.

30

Como se muestra en la Figura 6(C), la parte de surco exterior 51A y la parte de surco interior 51B pueden estar posicionadas de tal forma que se comuniquen directamente entre sí (principalmente, el extremo interior de la parte de surco exterior 51A está conectado al extremo exterior de la parte de surco interior 51B). La Figura 8 muestra una ilustración fotográfica de la parte de hombro de un extremo de perno con un parte de surco exterior y una parte de surco interior directamente conectados entre sí. Esta disposición prescinde de la formación de un canal de conexión como se describió anteriormente, aunque la formación de surcos es un poco más sencilla cuando las partes de surco exterior e interior se encuentran en las mismas posiciones circunferenciales como se muestra en la Figura 6(A). En cualquier caso, la formación de surcos o concavidades puede realizarse usando un sistema de maquinado NC (control numérico).

40

En otra realización, la parte de surco exterior 51A en la superficie de hombro sustituto y la parte de surco interior 51B en la superficie de hombro principal pueden extenderse en una dirección radial más que en una dirección oblicua como se muestra en las Figuras 6(A) - 6(C), preferentemente, de tal forma que estas dos partes de surco que se extienden de manera radial estén directamente conectadas entre sí. En este caso, la longitud de cada parte de surco se minimiza de manera que el líquido pueda escapar con facilidad y los surcos puedan formarse sin un sistema de maquinado NC. Sin embargo, es necesaria una máquina especial de formación de surcos.

45

En las realizaciones mostradas en las Figuras 6(B) y 6(C), se suministran tres surcos, comprendiendo cada uno de ellos una parte de surco exterior y una parte de surco interior, para establecer la comunicación entre el espacio de protuberancia y el espacio interior de la junta roscada, a distancias iguales a lo largo de la circunferencia de la superficie de hombro en el extremo del perno. Puede haber por lo menos un surco y no hay límite superior en el número de surcos, aunque ocho es suficiente. Preferentemente, el hombro del perno y/o la caja tiene de dos a cuatro surcos.

50

La forma transversal de los surcos no está restringida, pero deben tener un área transversal suficiente para permitir que el líquido pase a través de ellos. Con el fin de evitar una disminución significativa en el rendimiento de la junta

55

roscada bajo compresión debido a una disminución en el área de contacto de la superficie de hombro principal causada por la formación de surcos, la longitud circunferencial de cada una de las partes de surco, interior y exterior, es preferentemente tal que cada surco se extienda sobre 180 grados como máximo a lo largo de la circunferencia de la superficie de hombro. De este modo, si se proporcionan tres partes de surco en cada uno de los hombros principales y del hombro sustituto como se muestra en las Figuras 6(B) o 6(C), cada parte de surco se extiende, preferentemente, a lo largo de un arco con un ángulo de 180 grados o menos y más preferentemente con un ángulo de 120 grados o menos. 5

Los surcos pueden formarse en la superficie de hombro de la caja en lugar del perno. Cuando se proporciona una pluralidad de surcos en la dirección circunferencial, algunos de los surcos pueden formarse en el perno con el surco o surcos restantes en la caja. Cuando un surco comprende una parte de surco exterior y una parte de surco interior como se muestra en las Figuras 6(A) a 6(C), también es posible formar una parte de surco exterior en el perno y la parte de surco interior de la caja, o viceversa. 10

15 La forma de una junta roscada para tubos de acero distinta a la forma descrita anteriormente puede ser igual a la forma de una junta roscada convencional para tubos de acero del tipo de junta premium.

Por ejemplo, la rosca macho 11 y la rosca hembra 21 del perno 1 y la caja 2 de una junta roscada para tubos de acero de acuerdo con esta invención pueden ser roscas ahusadas como las de una junta roscada convencional para tubos de acero (como una rosca trapecoidal especificada por una rosca trapecoidal de API o una rosca que tiene forma trapecoidal derivada de la forma de rosca trapecoidal de API). Ha habido muchas propuestas con respecto a la forma (por ejemplo, los ángulos de inclinación, del flanco de penetración y el flanco de carga de la rosca, el chaflán, el espacio de separación entre los flancos de penetración, la separación entre las superficies de cresta y las partes de raíz y el radio de curvatura de partes redondeadas) de una rosca ahusada para una junta roscada para tubos de acero y puede emplearse cualquiera de éstas. Por ejemplo, aunque no se muestre en la Figura 5, puede suministrarse un chaflán (un cambio en el nivel producido por biselado) en el flanco de penetración (la superficie lateral de la rosca en el lado derecho en la Figura 5) de la rosca macho o la rosca hembra o ambas. 20 25

En una rosca ahusada de la rosca macho 11 y la rosca hembra 12, la superficie de cresta y la parte de raíz de cada cresta puede hacerse paralelas al ahusamiento de la rosca ahusada, pero preferentemente se hacen paralelas a la dirección axial de la junta. Haciendo esto, pueden disminuirse los problemas debido a las desviaciones del ángulo de penetración en el momento de las operaciones de conexión en el campo. 30

Como bien se sabe, las juntas roscadas para tubos de acero incluyen tipos de acoplamiento y tipos integrales. En un tipo de acoplamiento convencional, se forma un perno en la superficie exterior de ambos extremos de los tubos de acero que se conectarán y se forma una caja en la superficie interior de ambos lados de un acoplamiento, que es un miembro separado. En un tipo integral, se forma un perno en la superficie exterior de un extremo de un tubo de acero, se forma una caja en la superficie interior del otro extremo y los tubos de acero se conectan sin usar un acoplamiento. La presente invención puede aplicarse a cualquiera de estos dos tipos de juntas roscadas para tubos de acero. 35 40

#### Ejemplos

Con el fin de ilustrar los efectos de esta invención, se realizó una prueba Serie A de acuerdo con las normas ISO 13679 en los cinco tubos de prueba mostrados en la Tabla 1. 45

Los tubos de prueba 1 a 5 mostrados en la Tabla 1 tienen la forma básica de una junta roscada de tipo acoplamiento (junta T&C) para OCTG mostrado en la Figura 2. Hubo tres tamaños de revestimiento que medían 9-5/8 pulgadas, 53,5# (diámetro exterior de 244,48 mm y grosor de pared de 13,84 mm), 10-3/4 pulgadas, 60,7# (diámetro exterior de 273,05 mm, grosor de pared de 13,84 mm) y 10-3/4 pulgadas, 65,7# (diámetro exterior de 273,05 mm, grosor de pared de 15,11 mm). 50

El material de los tubos era un material L80 (acero al carbono) de las normas de API (American Petroleum Institute). Para comparación, 4 era un material Q125 (acero al carbono) de acuerdo con las normas de API. La longitud en la dirección axial de la parte de protuberancia 45 del perno y la longitud en la dirección axial de la región principal sin contacto 48 de la parte de protuberancia se muestran en la Tabla 1. La superficie exterior de la región principal de la 55

parte de protuberancia y la superficie interior opuesta de la caja eran, una superficie troncocónica como se muestra en la Figura 1 para las piezas de prueba 1 a 4 o una superficie cilíndrica como se muestra en la Figura 4 para la pieza de prueba 5. La separación entre el perno y la caja en la parte principal de la parte de protuberancia era de 0,2 mm para las piezas de prueba 1 a 4 y 0,9 mm para la pieza de prueba 5. El ángulo de la parte achaflanada 17 es de 5 15 grados para todas las piezas de prueba. Los resultados de una prueba Serie A de acuerdo con las normas ISO 13679 también se muestran en la Tabla 1.

N°.	Tamaño	Material de la junta	Ángulo de contacto (°)			Relación de espesor de superficies de hombro (principal/sustituto)	Longitud en la dirección axial de la parte de protuberancia (mm)		Resultados de prueba	Comentarios
			Superficie de sellado	Superficie de hombro sustituto	Superficie de hombro principal		Región sin contacto 48	Parte de protuberancia		
1	9-5/8", 53,5#	L80	14	20	-15	3,7	10,2	13,5	Bueno	Esta invención
2	10-3/4", 60,7#	L80	14	20	-15	3,6	12,2	15,5	Bueno	Esta invención
3	10-3/4", 65,7#	L80	14	20	-15	4,7	6,2	9,5	Bueno	Esta invención
4	9-5/8", 53,5#	Q125	14	20	-15	3,7	10,2	13,5	Bueno	Esta invención
5	9-5/8", 53,5#	L80	14	Ninguna	0	-	14,0	14,0	Fuga de presión interna	Ejemplo comparativo

Como se muestra en la Tabla 1, aun si el tamaño o material de una junta de acuerdo con la presente invención hubiera cambiado, no se produjo ninguna fuga y hubo una diferencia clara en el rendimiento comparado con una junta fuera del alcance de la presente invención, para la cual se produjeron fugas.

5 La presente invención se explicó anteriormente con respecto a una realización específica, pero esta explicación no es más que un ejemplo y la presente invención no está limitada a ella.

En particular, los especialistas en la técnica entenderán que la presente invención puede aplicarse simétricamente al perno y la caja con una superficie de sellado de la caja situada en un reborde que se extiende en el extremo libre de la caja y un hombro de caja situado en el extremo libre de la caja, transfiriéndose todas las características antes descritas del perno a la caja y viceversa.

10



## REIVINDICACIONES

1. Una junta roscada para tubos de acero que comprende un perno (1) y una caja (2), el perno (1) dispone de una rosca macho (11) y un reborde (12) comprendiendo (i) una superficie de sellado (13) y (ii) una parte de protuberancia (16) provista con una superficie de hombro, la caja dispone de una rosca hembra (21), una superficie de sellado (23) y una superficie de hombro, la rosca macho estando enroscada con la rosca hembra, la superficie de sellado (13) del perno (1) estando en contacto de sellado con la superficie de sellado correspondiente (23) de la caja (2), la superficie de hombro del perno (1) estando colocada en una cara de extremo del perno (1), la superficie de hombro del perno (1) comprendiendo dos superficies adyacentes distintas, un hombro principal (14) en el lado interior y un hombro sustituto (15) en el lado exterior, la superficie de hombro correspondiente de la caja (2) enfrentada a las superficies de hombro del perno comprendiendo dos superficies adyacentes distintas, el hombro principal (24) en el lado interior y el hombro sustituto (25) en el lado exterior, estando colocadas dichas superficies de hombro principal (14, 24) del perno (1) y la caja (2) para evitar una deformación del extremo del reborde (12) radialmente hacia dentro, estando colocadas las superficies de hombro sustituto (15, 25) del perno (1) y la caja (2) para limitar una deformación radialmente hacia fuera del extremo del reborde (12), teniendo el hombro principal (14) del perno (2) un grosor mayor en la dirección radial que el hombro sustituto (15) del perno (1), estando por lo menos la superficie de hombro principal del perno (1) apoyada axialmente en al menos la superficie de hombro principal correspondiente de la caja (2), teniendo por lo menos una parte de protuberancia (16) del perno (1) una superficie periférica exterior que no sea una prolongación de la superficie de sellado del perno (1),
2. Una junta roscada de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la superficie de hombro principal del perno (1) es una superficie de hombro inverso teniendo un ángulo negativo con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta.
3. Una junta roscada, de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la superficie de hombro sustituto del perno (1) tiene un ángulo positivo con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta.
4. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde sólo la superficie de hombro principal entre las superficies de hombro en el extremo del perno (1) está apoyada axialmente con la superficie de hombro principal correspondiente de la caja (2).
5. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la superficie de hombro sustituto del perno (1) está diseñada para interferir con la superficie de hombro sustituto de la caja (2), la diferencia diamétrica medida en un plano de referencia antes de apretar el perno y la caja entre las superficies de hombro sustituto del perno (1) y la caja (2) es igual o menor que 1,1 veces la diferencia diamétrica medida en un plano de referencia antes de apretar el perno y la caja entre las partes de sellado del perno (1) y la caja (2).
6. Una junta roscada de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la diferencia diamétrica medida en un plano de referencia antes de apretar el perno y la caja entre las superficies de hombro sustituto del perno (1) y la caja (2) es sustancialmente igual a la diferencia diamétrica medida en un plano de referencia antes de apretar el perno y la caja entre las partes de sellado del perno (1) y la caja (2).
7. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde el ángulo del hombro inverso con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta está entre 5 y 25 grados.
8. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde las superficies de hombro son sustancialmente troncocónicas.

9. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la superficie de hombro principal y la superficie de hombro sustituto del perno (1) pueden ser sostenidas por la superficie de hombro principal correspondiente y la superficie de hombro sustituto de la caja (2) cuando reciben carga de compresión.
- 5 10. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde las superficies de sellado (13, 23) del perno (1) y la caja (2) están inclinadas con respecto al eje de la junta roscada un ángulo comprendido entre 5 y 25 grados.
11. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde las superficies de hombro sustituto del perno (1) y la caja (2) están inclinadas con respecto al eje de la junta roscada un ángulo comprendido entre 5 y 30 grados.
- 10 12. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la inclinación de las superficies de hombro sustituto es mayor que la inclinación de las superficies de sellado (13, 23).
- 15 13. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde un segmento principal de la parte de protuberancia (16) del perno (1) está ajustado con holgura con la parte enfrentada de la caja (2) con un valor de ajuste con holgura mínimo de 0,1 mm en diámetros.
- 20 14. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde la inclinación de la superficie de sellado (23) de la caja (2), la superficie interior de la parte de la caja (2) que da hacia la superficie exterior de la parte de protuberancia (16) del perno (1) y la parte del hombro sustituto de la caja (2) es monótona.
15. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en donde el perno (1) comprende un pico redondeado entre la superficie de hombro sustituto y la superficie de hombro principal, con un radio inferior a 1,5 mm.
- 25 16. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en donde una de las superficies de sellado (13) del perno (1) y de la superficie de sellado (23) de la caja (2) es una superficie troncocónica y la otra superficie de sellado comprende una superficie tórica que tiene un radio de curvatura más grande que 20 mm o la combinación de la superficie tórica y una superficie troncocónica.
- 30 17. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en donde ambas superficies de hombro sustituto del perno (1) y la caja (2) son superficies troncocónicas.
- 35 18. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en donde el grosor en la dirección radial del hombro principal (14) es por lo menos 1,5 veces mayor que el grosor en la dirección radial del hombro sustituto (15).
- 40 19. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en donde la superficie periférica exterior de la parte de protuberancia (16) del perno (1) y la superficie interior de la parte de la caja (2) que está enfrentada hacia la parte de protuberancia (16) del perno (1) tiene forma sustancialmente cilíndrica.
20. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en donde la superficie periférica exterior de la parte de protuberancia (16) del perno (1) y la superficie interior de la parte de la caja (2) que está enfrentada hacia la parte de protuberancia (16) del perno (1) tiene una forma sustancialmente troncocónica, el ángulo de ahusamiento es menor que 10 grados.
- 45 21. Una junta roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, en donde la superficie de hombro de por lo menos un miembro del perno (1) y la caja (2) tiene por lo menos un surco que se extiende desde el espacio entre la parte de protuberancia (16) del perno (1) y la parte de la caja (2) que está enfrentada a la parte de protuberancia (16) hasta el espacio interior de la junta roscada.
- 50 22. Una junta roscada de acuerdo con la reivindicación 21, en donde el surco comprende una primera parte de surco formada en el hombro sustituto y una segunda parte de surco, formada en el hombro principal que se comunica directamente con la primera parte de surco en la interfase entre el hombro sustituto (14, 24) y el hombro
- 55

principal (15, 25).

23. Una junta roscada de acuerdo con la reivindicación 21, en donde el surco comprende una primera parte de surco formada en el hombro sustituto (15, 25) y una segunda parte de surco formada en el hombro principal (14, 24) que no se comunica directamente con la primera parte de surco en la interfase entre el hombro sustituto (15, 25) y el hombro principal (14, 24); la segunda parte de surco se comunica con la primera parte de surco a través de un canal de conexión.

24. Una junta roscada de acuerdo con la reivindicación 23, en donde el canal de conexión es una concavidad formada en la superficie de hombro de la caja (2).

25. Una junta roscada de acuerdo con la reivindicación 23, en donde el canal de conexión es una concavidad formada en la superficie de hombro del perno (1).

26. Una junta roscada de acuerdo con la reivindicación 24 o 25, en donde la concavidad está formada por achaflanado o formación de surcos.

Fig. 1

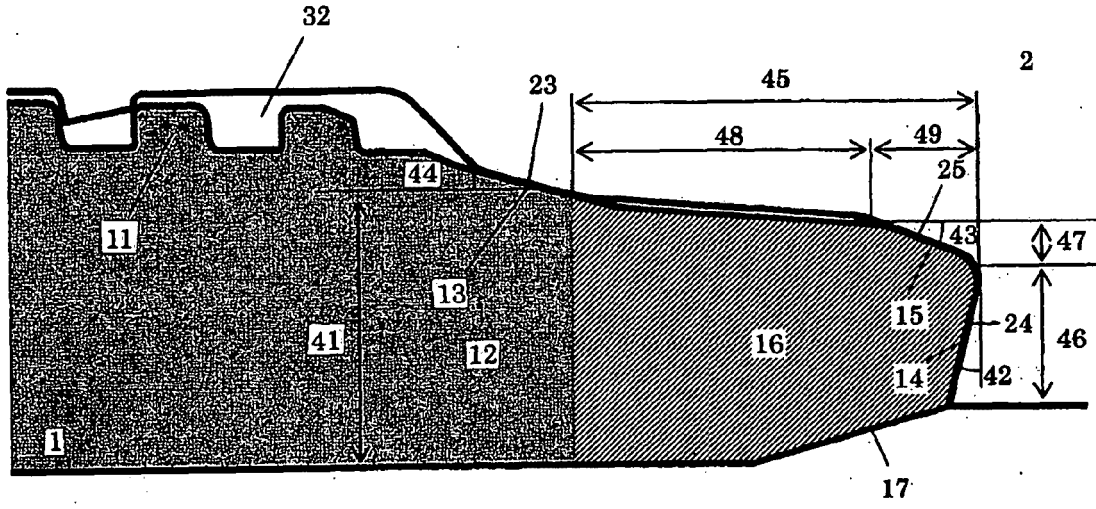


Fig. 2(A)

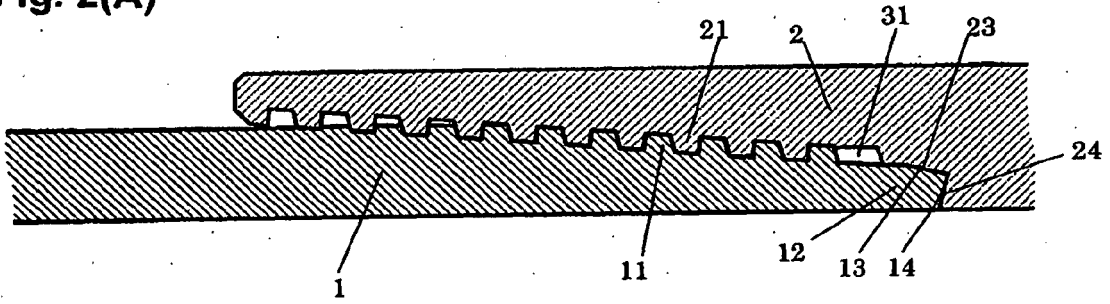


Fig. 2(B)

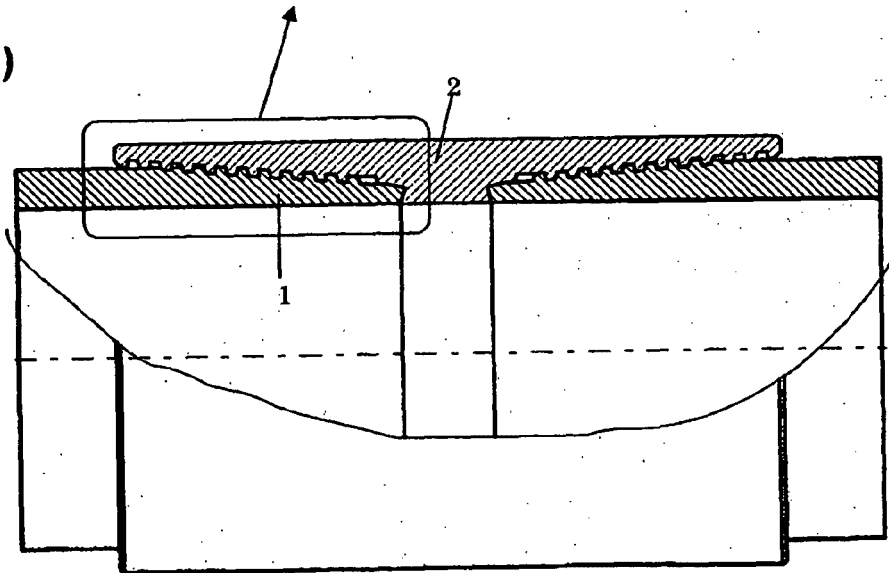


Fig. 3

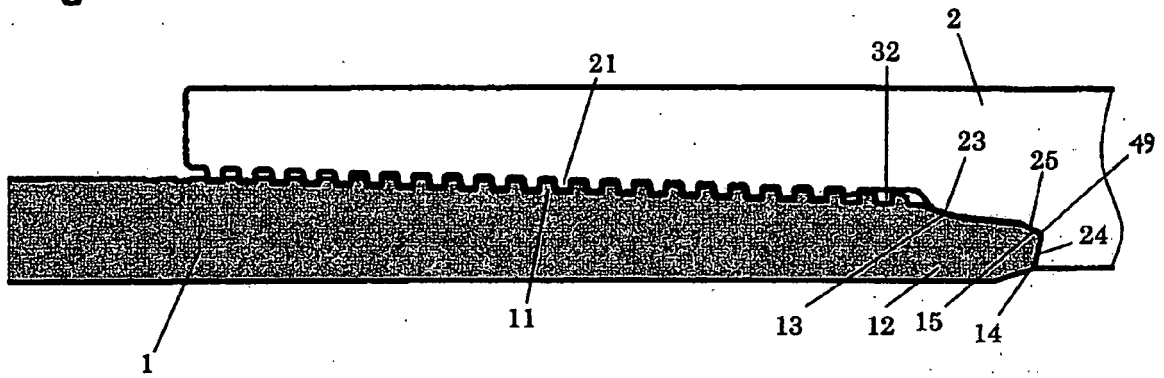


Fig. 4

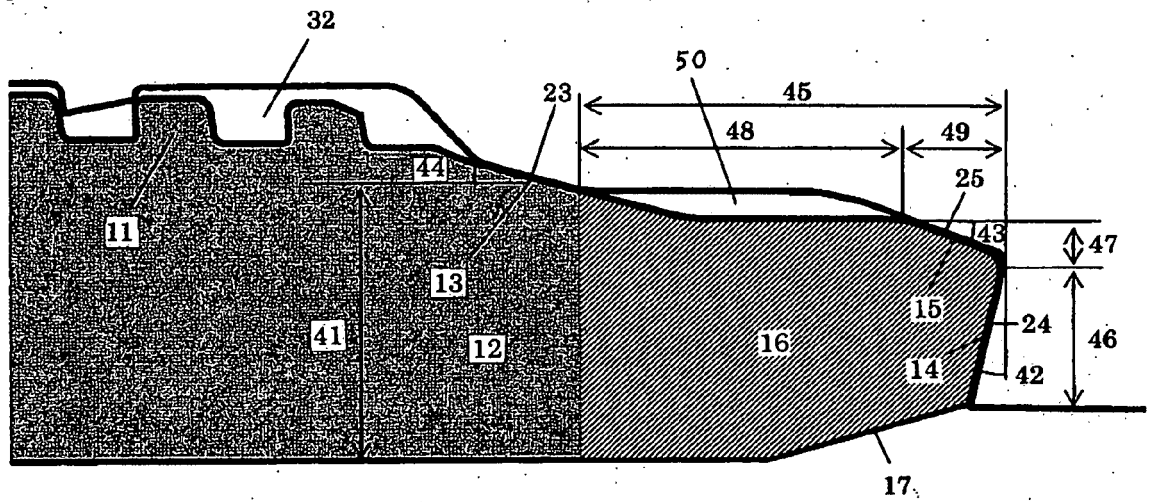


Fig. 5

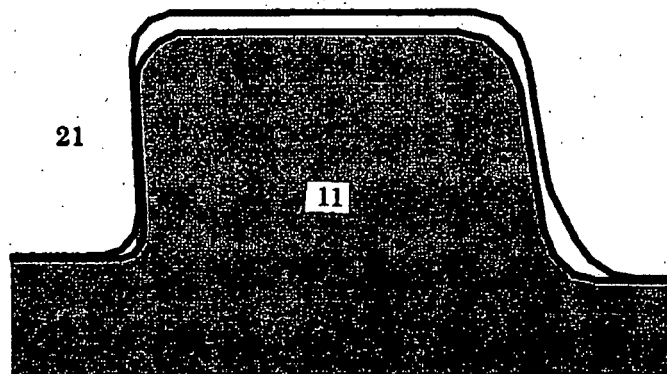


Fig. 6(A)

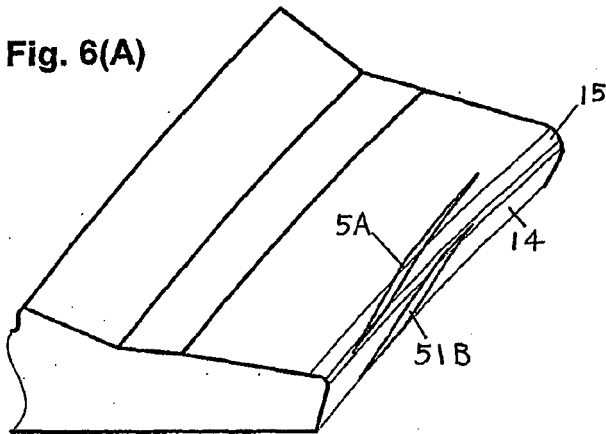


Fig. 6(B)

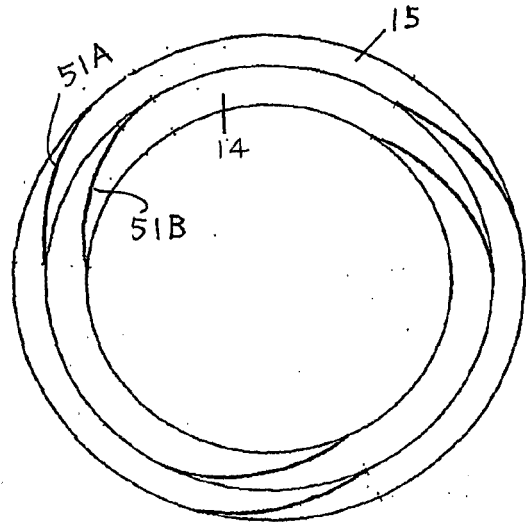


Fig. 6(C)

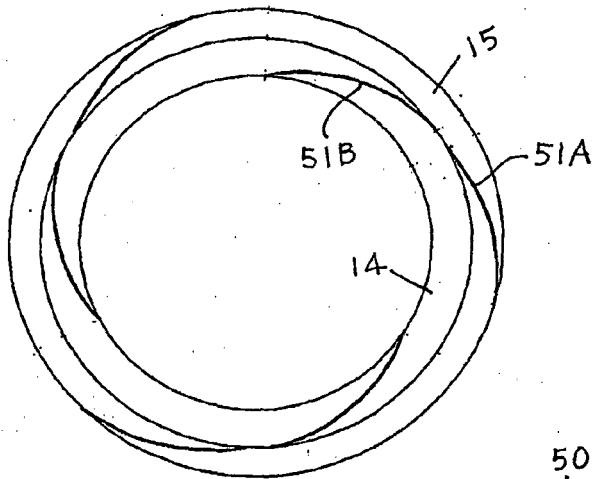
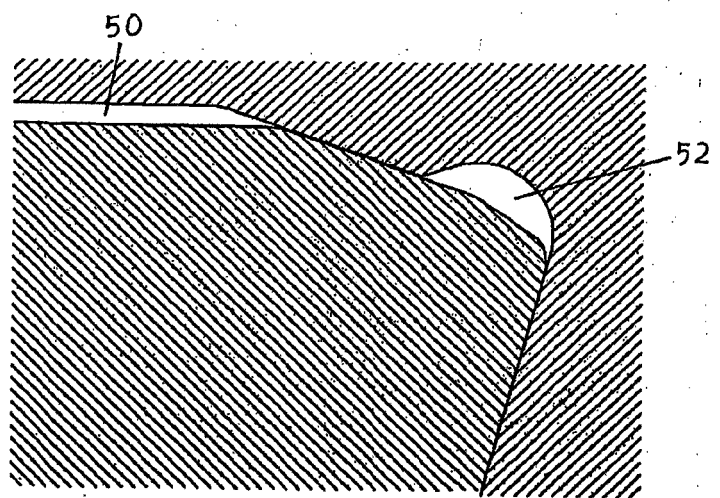
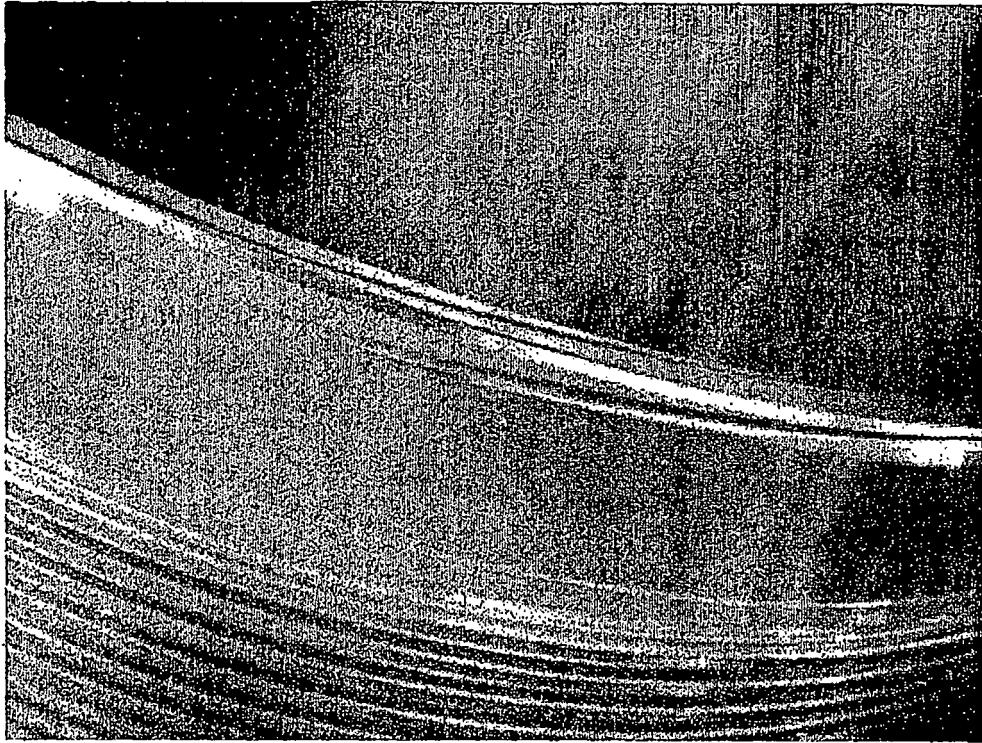


Fig. 6(D)



**Fig. 7**



**Fig. 8**

