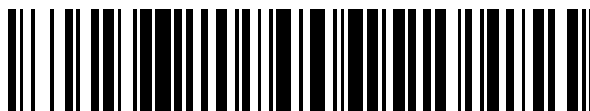


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 850**

51 Int. Cl.:

**F17C 1/16** (2006.01)

**F17C 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2012** **E 12729653 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016** **EP 2726774**

54 Título: **Reborde para un recipiente de presión compuesto**

30 Prioridad:

**28.06.2011 NO 20110931**

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

**07.09.2016**

73 Titular/es:

**HEXAGON RAGASCO AS (100.0%)**  
**P.O. Box 50**  
**2831 Raufoss, NO**

72 Inventor/es:

**ULEKLEIV, RUNE y**  
**HAMNVIK, PER VIDAR**

74 Agente/Representante:

**LAZCANO GAINZA, Jesús**

**ES 2 581 850 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

Reborde para un recipiente de presión compuesto

5 La presente invención se refiere a un reborde para un recipiente de presión compuesto. Especialmente la invención se refiere a un reborde adaptado especialmente para resistir la presión durante toda la duración del ciclo de vida del recipiente de presión compuesto.

Antecedentes

10 Esta invención se refiere a un reborde mejorado para un recipiente de presión compuesto para fluidos, en donde el recipiente comprende una capa de revestimiento termoplástica hermética para los fluidos interna y una capa de soporte de presión formada por enrollamiento de fibras de refuerzo sobre la capa de revestimiento, así como al menos una abertura central en al menos un extremo, para la provisión de un reborde para el montaje de un acoplamiento o un elemento de válvula.

Estado de la técnica

Un reborde de recipientes de presión compuestos se divulga en la Patente Noruega No. 312048. Recipientes de presión compuestos se revelan en las Patentes Noruegas No. 306226 y 309667.

15 Los recipientes de presión como éstos están sujetos a numerosos y variados tipos de estrés y fuerzas. Principalmente, esto se refiere a la sobrepresión interior que se puede producir cuando se llena el recipiente con los fluidos. La presión interna influirá el reborde con una fuerza axialmente dirigida hacia fuera que puede ser considerable. Además, la construcción del reborde puede estar influida por una fuerza dirigida axialmente hacia dentro, por ejemplo, cuando una válvula o elemento de acoplamiento está montado en el reborde, y posiblemente por el estrés involuntario causado por  
20 impactos o golpes. Es importante que la construcción y montaje/fijación del reborde también sea capaz de resistir tales fuerzas. Lo mismo es válido para las fuerzas de torsión que se pueden producir cuando, por ejemplo, el elemento de válvula se monta en el reborde, que por lo general se forma con peldaños y se atornilla en el reborde. Las fuerzas de torsión a las que se refiere a este respecto también se pueden presentar cuando el refuerzo de fibra está enrollado sobre el revestimiento interior. Es especialmente importante que el reborde proporcione un sellado seguro y duradero  
25 contra las partes adyacentes del recipiente de presión. El sellado tiene que ser tal que las fuerzas antes mencionadas no sean perjudiciales para el efecto de sellado.

La Patente Noruega No. 312048, mencionada anteriormente, revela un reborde apropiado para uso en el tipo actual de recipientes de presión.

30 Los recipientes de presión compuestos pueden contener diferentes fluidos tales como propano y butano, de uso doméstico a menudo con una presión máxima relativamente baja de aproximadamente 35 bares. Los recipientes también pueden contener líquidos tales como CNG, hidrógeno y otros tipos de gases industriales que a menudo requieren una presión máxima más alta de aproximadamente 200 bares. Los recipientes de presión compuestos pueden estar adaptados para soportar presiones de prueba de hasta 2000 bares o incluso más.

35 La técnica anterior describe el uso de juntas tóricas para sellar el paso entre un reborde y un acoplamiento o elemento de válvula. Cuando el recipiente contiene un fluido la junta tórica estará en contacto con el fluido presente en el recipiente. Los presentes inventores han observado que las juntas tóricas en las condiciones prevalentes en un reborde tienen una tendencia a hincharse al entrar en contacto con el fluido. La hinchazón de y la presión de las juntas tóricas pueden causar hendiduras en las superficies de sellado opuestas que posteriormente puede causar fugas, por ejemplo, si el acoplamiento o elemento de válvula o las juntas tóricas se cambian.

40 EP2000734A2 revela un recipiente resistente a la presión con el anillo de boca y un elemento de presión cilíndrica dispuesto dentro del anillo de boca.

Objetivos de la invención

45 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un reborde apropiado para su uso en recipientes de presión compuestos que contienen fluidos de presiones no sólo relativamente bajas, sino que también se pueden utilizar en recipientes de presión que contienen fluidos a presiones más altas, y que el reborde no sea costoso de producir.

Las diferencias de presión, temperatura o concentración a través de los materiales del reborde pueden causar la permeación del fluido a través de los materiales. Esto es especialmente relevante en relación con los sellamientos, tales como las juntas tóricas y las superficies de sellado.

50 Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un reborde con larga durabilidad también a altas presiones, permitiendo así que el recipiente pueda ser reutilizado muchas veces y reduciendo los costes.

También es un objeto proporcionar un reborde en donde se reduce la posible influencia de la hinchazón de las juntas tóricas en la capacidad de sellado.

5 Para obtener estos y otros objetivos de la presente invención proporciona un reborde para un recipiente de presión compuesto para fluidos, en donde el recipiente de presión comprende una capa de revestimiento hermética a los fluidos interior y una capa de soporte de presión formada por el enrollamiento de refuerzo de fibras sobre la capa de revestimiento, así como al menos una abertura central en un extremo provisto con el reborde, donde el reborde está adaptado para el montaje de un elemento de acoplamiento o de la válvula,

en donde el reborde comprende medios de montaje adaptados para recibir el acoplamiento o elemento de válvula,

10 en donde el acoplamiento o elemento de válvula comprende al menos una junta tórica en una superficie de acoplamiento para el acoplamiento con los medios de montaje,

15 en donde el reborde comprende un elemento incrustado al menos completamente incrustado hacia el interior del recipiente de presión, y en donde el reborde comprende un labio dispuesto para ser posicionado entre el elemento incrustado y la superficie de enganche de acoplamiento o elemento de válvula, en donde el espesor radial del labio es proporcional con la presión de prueba para la que está destinado el recipiente en el que la dureza H Shore A de al menos una junta tórica es:

$$70 \leq H \leq 90$$

el diámetro d de material en mm de la al menos una junta tórica es:

$$1 \leq d \leq 6$$

el espesor radial máximo  $D_{max}$  del labio en mm es

20 
$$D_{max} = -0.0005 * p + 3.005$$

en donde p = presión de prueba en bares

y el espesor radial D del labio es

$$D_{min} \leq D \leq D_{max}$$

en donde  $D_{min}$  = espesor radial mínimo del labio en mm

25 
$$D_{min} = -0.000125 * p + 0.35$$

30 Un recipiente de presión puede comprender un reborde de acuerdo con la presente invención instalado en una abertura en un extremo del recipiente. Un recipiente de presión también puede comprender dos rebordes de acuerdo con la presente invención dispuesta en dos aberturas cada uno dispuesto en los extremos opuestos del recipiente de presión. También es posible proporcionar un recipiente de presión con un reborde de acuerdo con la presente invención y uno o más de otros tipos de rebordes. En general, el número de rebordes es igual al número de aberturas en el recipiente de presión.

En un aspecto de la presente invención el espesor radial D del labio disminuye al aumentar la presión de prueba.

En otro aspecto el espesor radial D del labio disminuye al disminuir el espesor del material de al menos una junta tórica.

35 En otro aspecto más el espesor radial D del labio disminuye con la disminución de la dureza Shore A, de al menos una junta tórica.

En otra realización de la presente invención, la relación entre la proporción entre la dureza H Shore A de la al menos una junta tórica y el espesor D en mm del labio a una presión p de prueba en bares es

$$H/D = a * p + b \quad \text{en donde } 0.03 < a < 0.05 \text{ y } 25 < b < 35.$$

40 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un reborde, en donde el reborde está destinado a un recipiente de presión compuesto con una presión de prueba de un mínimo de 10 bares y donde el espesor del labio es menor que 2.5 mm, o en donde el reborde está destinado a un recipiente de presión compuesto con una presión de prueba de un mínimo de 30 bares y donde el espesor del labio es inferior a 2.45 mm, o un reborde en donde el reborde

está destinado a un recipiente de presión compuesto con una presión de prueba de mínimo 300 bares y donde el espesor del labio es 1.775 mm o menos.

5 En una realización, el reborde de acuerdo con la presente invención comprende una brida de conexión para la conexión a la capa de revestimiento, y una parte de cuello colocada axialmente fuera de la brida de conexión, y en donde el refuerzo de fibra del recipiente de presión se enrolla contra la parte de cuello.

10 El término "presión de prueba" como se aplica en este documento se refiere a la presión dentro del recipiente utilizado para probar el recipiente para el uso previsto. La presión de prueba es, normalmente mínimo 1.5 veces la presión de operación de regulación definida. Después del llenado y durante la manipulación normal y el vaciado de las condiciones de la presión dentro del recipiente generalmente será más baja que la presión de prueba. Ejemplos de presiones de prueba aplicables incluyen, pero no se limitan a:

- No menos de 10 bares, aplicaciones de baja presión especiales como bebidas;
- No menos de 30 bares, LPG/ gas de refrigeración y otros tipos de gas;
- No menos de 300 bares, CGN, gas para respirar y aplicaciones de gas industrial;
- No menos de 600 bares, hidrógeno y otras aplicaciones especiales de alta presión.

15 Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con referencia a los ejemplos que se muestran en las figuras, en donde:

La figura 1 muestra una vista en sección de una realización del reborde adaptado para la presión dentro del recipiente.

La figura 1a ilustra una sección ampliada del reborde de acuerdo con la figura 1.

La figura 2 muestra una vista en sección de otra realización del reborde adaptado para la presión dentro del recipiente.

20 La figura 3 muestra un gráfico de la visualización de la dependencia de presión de un espesor radial aplicable típico del labio.

La figura 4 muestra un gráfico que ilustra la relación entre la presión de prueba y la proporción de la dureza Shore A de la junta tórica y el espesor del labio 23.

La figura 5 muestra un gráfico que ilustra  $D_{min}$  y  $D_{max}$  frente a la presión de prueba.

25 Descripción principal de la invención

30 La Figura 1 y 2 ilustran dos realizaciones alternativas de la presente invención. Ambas figuras muestran un reborde 1 en un recipiente de presión, en donde el reborde comprende una abertura en la que se monta la apertura de un elemento 5 de acoplamiento o de válvula. El reborde 1 está soldado, pegado, fundido, moldeado, o de otra forma fijado a una capa 4 de revestimiento interno en el recipiente de presión compuesto con una brida 11 de conexión. Alternativamente, el reborde es una parte integrada de la capa de revestimiento. En la parte superior de la brida de conexión y la capa de revestimiento, una capa 3 de fibra reforzada se enrolla de una manera conocida per se. Así, la capa de fibra reforzada funciona como una capa de soporte de presión, tanto para el reborde 1 como para la capa 4 de revestimiento.

35 El reborde comprende una parte 12 de cuello que está colocado axialmente fuera de la brida de conexión y el recipiente de presión. El refuerzo de fibra se enrolla contra la parte de cuello, que proporciona un buen control del enrollado del refuerzo de fibra, y evita que el refuerzo de fibra cubra la abertura.

El reborde comprende una abertura axial central para el montaje de un acoplamiento o elemento 5 de válvula.

40 El reborde además comprende un elemento 2 incrustado. El elemento 2 incrustado está hecho de un material con al menos suficiente consistencia estructural para permitir la conexión repetida y la separación del acoplamiento o elemento 5 de válvula. El material para el elemento 2 incrustado puede ser diferente de o igual que el material del resto de la reborde 1 en el que está incrustado el elemento 2 incrustado. El elemento incrustado comprende una abertura que está equipada con medios 24 de montaje para montar el acoplamiento o elemento 5 de la válvula. El elemento 2 incrustado puede ser de metal o otros materiales estructurales, por ejemplo, plástico reforzado con fibras.

45 En la realización ilustrada el elemento incrustado está sustancialmente fundido incrustado a excepción de los medios 24 de montaje a través de moldeo por inyección del material restante que constituye el reborde. El elemento 2 incrustado se forma preferiblemente con una brida 21 inferior, que se extiende radialmente dentro de la brida 11 de conexión. De esta manera, el refuerzo de fibra que soporta la presión también cubrirá la parte exterior de la brida inferior del elemento

incrustado, y, por lo tanto, evita el movimiento en una dirección axial. Los medios 24 de montaje, consisten en una parte 24 roscada, que se forma para recibir el acoplamiento o elemento 5 de válvula. Además, la abertura en el reborde comprende una superficie 26 de soporte.

5 Sólo la superficie exterior del acoplamiento o elemento 5 de válvula se ilustra en detalle en las figuras, ya que la invención ilustrada en la figura 1 y 2 se refiere a la conexión entre el acoplamiento o elemento 5 de válvula y el reborde 1 y no a la configuración interna del acoplamiento o elemento de válvula como tal.

Los medios 24 de montaje para montar el acoplamiento o elemento 5 de válvula es, en esta realización, de rosca cilíndrica.

10 Normalmente, es difícil de conseguir la adhesión entre el elemento incrustado y el resto del reborde. El movimiento relativo entre estas partes, por ejemplo, a causa de la flacidez de las piezas de plástico, lleva a la ocurrencia de un punto de fuga para el contenido del recipiente de presión a lo largo de la interfaz entre el elemento incrustado y el reborde.

15 El reborde comprende además un labio 23 formado a partir del material del reborde, que tras el montaje del acoplamiento o elemento 5 de válvula está colocado entre el elemento de válvula y el elemento 2 incrustado en el extremo del reborde axialmente opuesto al cuello 12, y dispuesto dentro del recipiente de presión. La figura 1a es una vista ampliada de la sección del reborde que comprende el labio 23. La superficie del labio frente a la abertura forma las superficies de sellado en el extremo interior de la abertura, en que el material del reborde se incrusta al elemento incrustado en la parte interna de la abertura. El labio 23 puede comprender una o más partes 20 de acoplamiento sobresalientes. Las partes 20 de acoplamiento sobresalientes aumentan la unión del labio 23 con el elemento 2  
20 incrustado asegurando de este modo que el labio 23 no se separa del elemento 2 incrustado cuando el acoplamiento o elemento 5 de válvula se coloca o se retira. En la realización ilustrada en la figura 1a una parte sobresaliente inclinada está presente proporcionando resistencia tanto al movimiento axial como radial del labio 23. En las realizaciones ilustradas en la figura 1 y 2 el labio comprende dos partes 20 sobresalientes una en la dirección axial y una en la  
25 dirección radial. El elemento de válvula está equipado con una o más juntas tóricas 51, véase la figura 1 y 2, respectivamente, para mejorar aún más el sellado entre la superficie exterior del acoplamiento o elemento de válvula y medios de montaje y las superficies de soporte del reborde. Este labio 23 se coloca en el exterior del elemento incrustado. El sellado se consigue en el interior del canal de fuga entre el elemento 2 incrustado y el resto del reborde 1.

30 El contenido bajo presión dentro del recipiente resultará en una presión dirigida desde el interior del recipiente hacia el reborde 1. Tales presiones resultan en fuerzas contra la parte interior del reborde que presiona la parte del reborde que comprende el labio 23 hacia las juntas tóricas 51, 51', mejorando así los efectos de sellado de las juntas tóricas. La dureza y el espesor de la parte inferior del elemento encajado que comprende la superficie 26 de acoplamiento se deben seleccionar respecto a la presión con el fin de permitir que la superficie 26 de acoplamiento pueda aplicar presión sobre la junta tórica y de ese modo proporcionar un sellado hermético a los gases.

35 El reborde y la capa de revestimiento se producen en una forma conocida en un material de polímero, preferiblemente por moldeo por inyección y moldeo por soplado, respectivamente; sin embargo, también se pueden contemplar otros materiales o métodos de producción.

40 La brida de conexión se fija a la capa 4 de revestimiento a través de una superficie 14 inclinada. Como se mencionó anteriormente, la fijación puede llevarse a cabo de una manera conocida por soldadura o por técnicas de unión alternativas, dependiendo de los materiales utilizados. Alternativamente, a la solución que se muestra, el reborde es una parte integral de la capa de revestimiento o la capa de revestimiento puede ser fundida junto con la brida de conexión para formar una superficie continua hacia la abertura.

45 Para evitar el movimiento del elemento 2 incrustado causado por la torsión, así como por las fuerzas dirigidas hacia el interior, por ejemplo, cuando la fijación de una válvula, el elemento incrustado está en esta realización formado con órganos 22 de sujeción que impiden el movimiento de rotación para el elemento 2 incrustado con relación al recipiente de presión. Estos órganos 22 de sujeción pueden estar formados como agujeros, cavidades o ranuras en el elemento incrustado.

50 En un aspecto de la presente invención ilustrada en las realizaciones mostradas en las figuras 1 y 2 el espesor del labio 23 se adapta a la presión del fluido para ser contenida en el interior del recipiente. El término espesor se refiere al espesor radial del labio en la zona que durante el montaje del elemento 5 de válvula está adyacente a la junta(s) tórica(s) 51. En la figura 1a, el espesor se ilustra como la distancia D. En la realización en la figura 1 una junta tórica en la válvula 5 está en contacto con el labio 23. En la otra realización de la figura 2 dos juntas tóricas están incluidas entre el elemento de válvula y el reborde. Otras juntas tóricas se pueden incluir también entre el labio 23 y el acoplamiento o elemento 5 de válvula.

55 La(s) junta(s) tórica(s) empleada(s) puede(n) ser adaptada(s) en tamaño y material a la presión y compuestos que forman el contenido del recipiente.

## ES 2 581 850 T3

5 El espesor radial del labio 23 está adaptado para el intervalo de presión previsto. La presión más alta del recipiente es producida cuanto menor sea el espesor del labio 23. La figura 3 ilustra la dependencia entre el espesor radial del labio 23 y la presión de prueba aplicable en el recipiente para una realización de la presente invención. El gráfico ilustra que para un recipiente con una presión de prueba de 30 bares el espesor del labio 23 debe ser 2.45 mm o menos. Mientras que para un recipiente con una presión de ensayo de 300 bares el espesor del labio 23 debe ser 1.775 mm o menos.

En una realización preferida en la que el reborde está fundido de un material termoplástico el espesor radial del labio 23 es de aproximadamente 1.5 mm para un recipiente de 30 bares y 1.0 mm para un recipiente de 200 bares.

La figura 4 ilustra la relación entre la proporción de la dureza (Shore A) y el espesor del labio 23 en mm como una función de la presión de prueba.

10 La proporción debe ser de 30 mm<sup>-1</sup> o superior a una presión de prueba de 10 bares y 90 mm<sup>-1</sup> o superior a una presión de prueba de 1500 bares.

La relación entre la proporción de la dureza H Shore A de la al menos una junta tórica 51 y el espesor D en mm del labio 23 a una presión de prueba p en bares se puede describir de la siguiente manera:

$$H/D = a \cdot p + b \quad \text{en donde } 0.03 < a < 0.05 \text{ y } 25 < b < 35$$

15 Para ilustrar esto además la siguiente tabla proporciona los espesores máximos de labios para dos juntas tóricas preseleccionados que tiene una dureza Shore A de 75 y 90 respectivamente.

Presión de prueba	Espesor máximo de los labios de las juntas tóricas con dureza Shore A = 75	Espesor máximo de los labios de las juntas tóricas con dureza Shore A = 90
Bares	mm	mm
10	2.50	3.00
100	2.23	2.68
200	1.99	2.39
500	1.51	1.81
1000	1.07	1.29
1500	0.83	1.00

20 La figura 5 es un gráfico que muestra D<sub>min</sub> y D<sub>max</sub> para una relación de presiones de prueba de 1-1600 bares. De acuerdo con una realización de la presente invención el espesor del labio 23 para una presión de prueba dada, debe ser seleccionado para estar dentro del intervalo de D<sub>min</sub>-D<sub>max</sub> de la presión dada. El gráfico está basado en la dureza H Shore A de al menos una junta tórica: 70 ≤ H ≤ 90

el diámetro d de material en mm de la al menos una junta tórica es: 1 ≤ d ≤ 6

el espesor radial máximo D<sub>max</sub> del labio 23 mm es

$$D_{\max} = -0.0005 \cdot p + 3.005$$

25 en donde p = presión de prueba en bar

del espesor mínimo D<sub>min</sub> radial del labio 23 en mm

$$D_{\min} = -0.00047 \cdot p + 1.0047$$

La producción de cualquiera de las realizaciones del reborde se puede realizar utilizando métodos disponibles en el comercio bien conocidos.

30

Reivindicaciones

- 5 1. Un recipiente de presión compuesto para fluidos, que comprende una capa (4) hermética de revestimiento a los fluidos y una capa (3) de soporte de presión formada por enrollamiento de refuerzo de fibras sobre la capa de revestimiento, así como al menos una abertura central en un extremo provisto de un reborde (1) y un acoplamiento o elemento (5) de la válvula, el reborde está adaptado para montar el acoplamiento o elemento (5) de válvula, y comprende medios (24, 26) de montaje adaptados para recibir el acoplamiento o elemento (5) de válvula,
- en donde el acoplamiento o elemento de válvula comprende al menos una junta tórica (51) en una superficie de enganche para el acoplamiento con los medios de montaje,
- 10 en donde el reborde (1) comprende un elemento (2) incrustado al menos incrustado hacia el interior del recipiente de presión, y
- 15 en donde el reborde comprende un labio (23) dispuesto para ser posicionado entre el elemento (2) incrustado y la superficie de enganche del acoplamiento o elemento (5) de válvula, en donde el espesor radial D del labio (23) es proporcional a la presión de prueba para la que está destinado el recipiente, caracterizado porque la dureza H Shore A de la al menos una junta tórica (51) es:  $70 \leq H \leq 90$ , el diámetro d de material en mm de la al menos una junta tórica es:  $1 \leq d \leq 6$ , el espesor radial máximo  $D_{max}$  del labio (23) en mm es:  $-0.0005 * p + 3.005$ , en donde p = presión de prueba en bares, y el espesor radial D del labio (23) es  $D_{min} \leq D \leq D_{max}$ , en donde  $D_{min}$  = espesor radial mínimo del labio (23) en mm y  $D_{min} = -0.000125 * p + 0.35$
- 20 2. Reborde de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el espesor radial D del labio (23) disminuye al aumentar la presión de prueba.
3. Reborde de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el espesor radial D del labio (23) disminuye al disminuir el espesor del material de la al menos una junta tórica (51).
4. Reborde de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 o 3, en donde el espesor radial D del labio (23) disminuye con la disminución de la dureza Shore A de la al menos una junta tórica (51).
- 25 5. Reborde de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el reborde está destinado a un recipiente de presión compuesto con una presión de prueba de un mínimo de 10 bares y donde el espesor máximo ( $D_{max}$ ) del labio (23) es 2.5 mm.
6. Reborde de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el reborde está destinado a un recipiente de presión compuesto con una presión de prueba de un mínimo de 30 bares y donde el espesor máximo ( $D_{max}$ ) del labio (23) es de 2.45 mm.
- 30 7. Reborde de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el reborde está destinado a un recipiente de presión compuesto con una presión de prueba de un mínimo de 300 bares y donde el espesor máximo ( $D_{max}$ ) del labio (23) es 1.775 mm.
8. Reborde de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la relación entre la proporción de la dureza (H) Shore A de la al menos una junta tórica (51) y el espesor (D) en mm del labio (23) a una presión de prueba (p) en bares es  $H/D = a * p + b$ , en donde  $0.03 < a < 0.05$  y  $25 < b < 35$ .
- 35

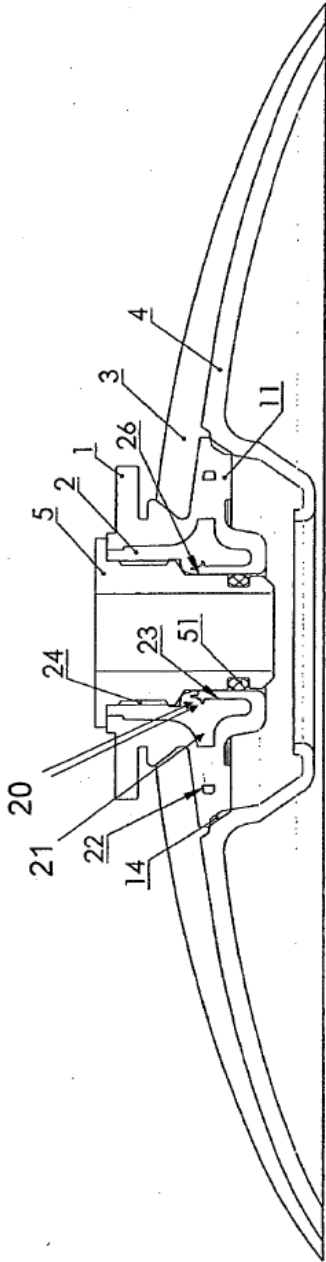


Fig. 1

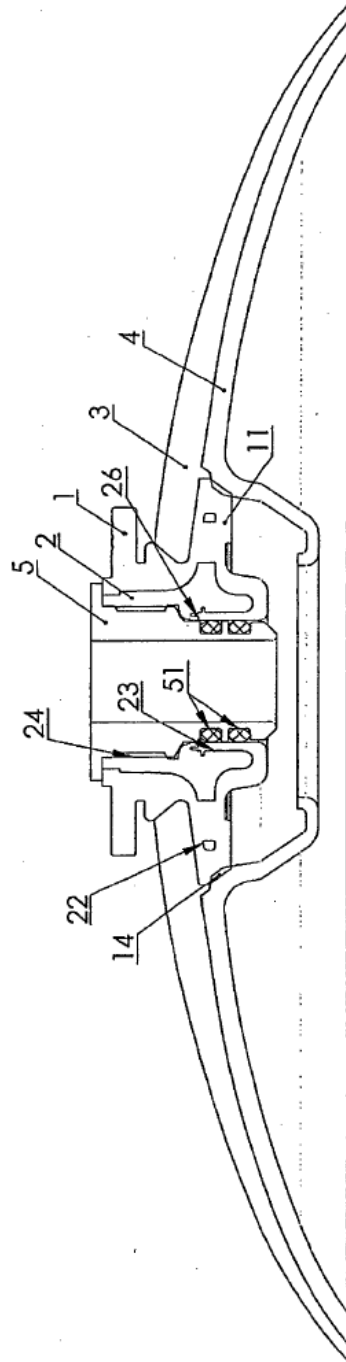


Fig. 2



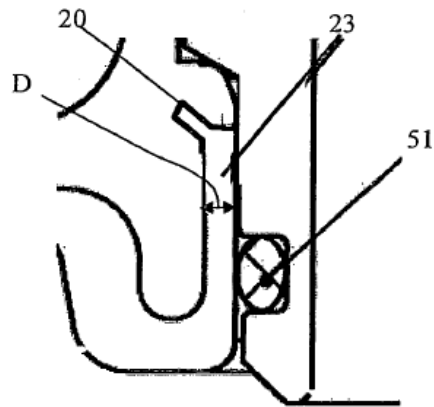


Fig 1a

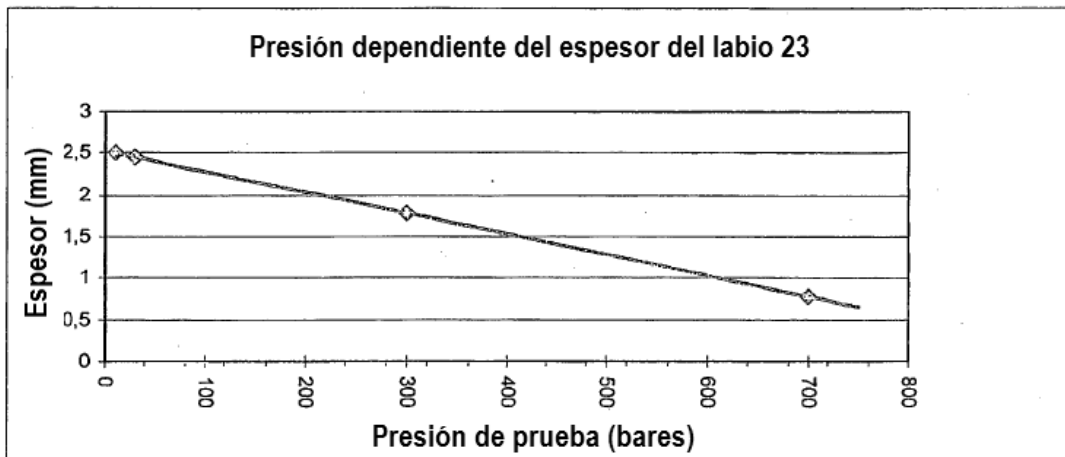


Fig. 3

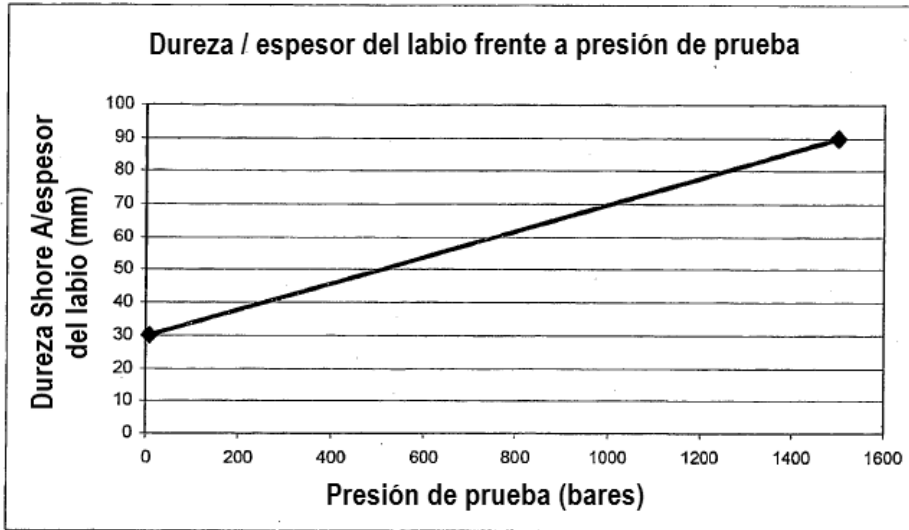


Fig. 4

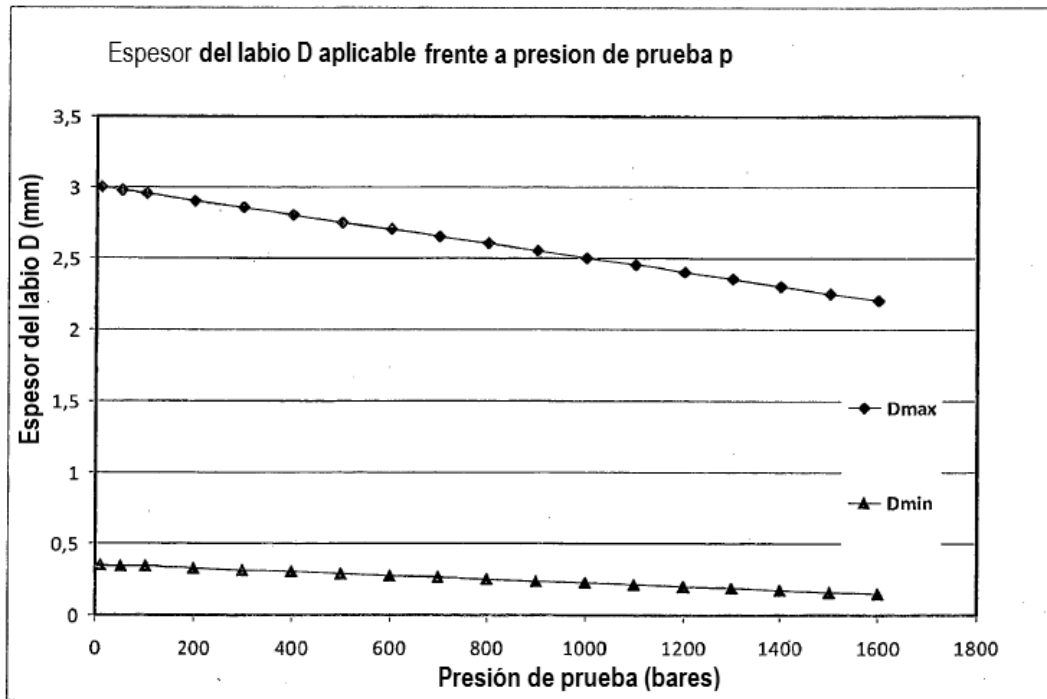


Fig. 5