

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 998**

51 Int. Cl.:

F16J 15/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2008 PCT/GB2008/001506**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2008 WO08132482**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2008 E 08737142 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2153092**

54 Título: **Elemento de sellado hidrodinámico**

30 Prioridad:

30.04.2007 GB 0708364

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

18.10.2017

73 Titular/es:

**JAMES WALKER & CO. LTD. (100.0%)
4 HARROT HILL COCKERMOUTH
CUMBRIA CA13 0BL, GB**

72 Inventor/es:

**WARREN, PETER, JOHN y
ELLIOTT, GODFREY, DUNCAN**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 637 998 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

Elemento de sellado hidrodinámico

- 5 **[0001]** Esta invención se refiere a un sello hidrodinámico y a un elemento de sellado para tal sello. Tales sellos se utilizan entre elementos relativamente rotativos tales como un eje y un rodamiento de soporte.
- [0002]** Un sello hidrodinámico se describe en nuestra especificación anterior EP 0125896A. Tales sellos han demostrado ser adecuados en el uso pero ocasionalmente no ser adecuados debido a la película hidrodinámica que se rompe localmente, resultando en el contacto entre el sello y la superficie rotativa relativamente adyacente. Esto conduce a daño por fricción a la superficie de sello ("quemado") y posterior fuga.
- 10 **[0003]** Como se describe en lo sucesivo, el sello comprende uno o más elementos de sellado basados en tejido alargado unidos de extremo a extremo para formar una corona circular. Hemos descubierto que una razón para el error de sello ha sido que un elemento de sellado puede contraerse a lo largo del tiempo longitudinalmente (circunferencialmente del sello) y causar un movimiento relativo o plegado de porciones circunferenciales adyacentes del elemento durante el uso. Esto conduce a un sellado irregular o superficie de rodadura del elemento de sellado con "puntos altos" que atraviesan la película hidrodinámica y dan lugar a que el sello no se produzca correctamente. Las realizaciones preferidas de la invención están dirigidas a paliar este problema.
- 15 **[0004]** Según la invención, se proporciona un elemento de sellado de un sello hidrodinámico para los elementos relativamente rotativos, que tienen una superficie de sellado y que consisten en o que comprenden al menos una capa de estabilización de tejido impregnada con o dispuesta en un material aglutinante que evita el movimiento relativo de las fibras del tejido durante el uso del sello.
- 20 **[0005]** Preferiblemente, el aglutinante es tal que imparte rigidez a la capa de estabilización. En ejemplos preferidos descritos en esta invención, preferiblemente la rigidez resultante del elemento es tal que resiste la deformación o el plegado del elemento cuando se ajusta en el sello.
- 25 **[0006]** En algunas disposiciones, la capa de estabilización es preferiblemente semirrígida. Por ejemplo, donde la capa de estabilización comprende un tejido impregnado de resina, la capa puede tener un espesor de aproximadamente 0,5 mm a 1,0 mm de espesor y, de este modo, tiene alguna flexibilidad.
- 30 **[0007]** Preferiblemente, la rigidez del elemento de sellado es tal que el elemento puede responder a cambios en la presión según se requiera durante el servicio del sello, a la vez que resiste a la deformación no deseada, por ejemplo el plegado en una manga anular debido a tensión circular.
- 35 **[0008]** El tejido puede ser una tela tejida, hilos de trama de los cuales están preferiblemente dispuestos de forma transversal a la dimensión más larga del elemento.
- 40 **[0009]** El elemento de sellado comprende al menos una capa adicional de material flexible.
- [0010]** Preferiblemente, al menos una capa de material flexible comprende un tejido impregnado con o dispuesto en un material de elastómero.
- 45 **[0011]** En algunos ejemplos preferidos, la dureza del material de elastómero de la capa flexible es menor de 80, por ejemplo entre aproximadamente 60 y 80 IRHD (grados de dureza de goma internacional). El material de elastómero puede tener forma de un revestimiento de elastómero en el tejido. La dureza aparente del material compuesto de capa flexible será más dura que la del material de elastómero en sí debido al contenido de tejido.
- 50 **[0012]** La dureza y la rigidez de la capa de estabilización serán generalmente mayores que las de la capa flexible.
- [0013]** Un aspecto adicional de la invención proporciona un elemento de sellado para un sello hidrodinámico para los elementos relativamente rotativos, incluyendo el elemento de sellado: una capa de estabilización de tejido impregnada con o dispuesta en un material aglutinante; y una capa flexible que comprende un material de elastómero. El aglutinante de la capa de estabilización comprende material no elastomérico. Alternativamente, el aglutinante podría comprender un material de elastómero que ha sido endurecido de forma que la capa de estabilización tenga la resistencia deseada a la deformación o plegado. Preferiblemente, la capa de estabilización es

al menos semirrígida.

[0014] Por ejemplo, la capa de estabilización puede incluir un tejido recubierto de elastómero. La dureza del revestimiento puede ser por ejemplo mayor de 70, preferiblemente mayor de 80, por ejemplo de aproximadamente 5 80 a 98 IRHD o podría ser rígida (100IRHD). Por ejemplo, el revestimiento del material aglutinante puede incluir resinas de rigidización dentro de una formulación de elastómero.

[0015] El elemento es preferiblemente fino y, por tanto, tiene alguna flexibilidad, por ejemplo donde está presente un tejido impregnado en resina fenólica, el espesor de la capa que incluye la resina puede ser menor de 10 1,0 mm.

[0016] La capa de estabilización y la capa flexible pueden estar adheridas juntas. La capa de estabilización y la capa flexible pueden ser independientes y/o separables entre sí. Puede existir una pluralidad de dichas capas de material flexible de diferente rigidez entre sí.

[0017] Al menos una de dichas capas de estabilización puede estar laminada entre capas de material flexible.

[0018] Una capa de estabilización puede estar dispuesta en una o más de las capas de material flexible.

[0019] Una capa que proporciona la superficie de sellado puede ser fijada directamente a la o a dicha capa de estabilización. Alternativamente, la o una de dichas capas de estabilización puede proporcionar la superficie de sellado del elemento.

[0020] Preferiblemente, el tejido de la o cualquiera de una o más de dichas capas es de poliéster o una 25 aramida u otra fibra dimensionalmente estable.

[0021] El material aglutinante puede comprender un elastómero que contiene un agente de adhesión que se endurece cuando se vulcaniza.

[0022] El agente de adhesión puede estar entre el 30% y el 75% por volumen del material aglutinante antes de la vulcanización.

[0023] Alternativamente, el material aglutinante puede ser una resina fenólica o una resina epoxi. La superficie de sellado se puede llenar con PTFE, preferiblemente en forma de polvo.

[0024] La superficie de sellado tiene ranuras. Por ejemplo, una superficie estampada puede ser proporcionada por el contorno de las fibras en dicha capa de tejido, especialmente si el tejido es tela.

[0025] El elemento de sellado puede tener un espesor menor de 1 mm, por ejemplo aproximadamente 0,5 40 mm.

[0026] Preferiblemente, el elemento de sellado es adecuado para ajustarse como una manga en un miembro de sello en un sello hidrodinámico, preferiblemente como una manga en un miembro elastómero.

[0027] En ejemplos preferidos, la dureza del miembro de elastómero es menor de aproximadamente 80, por ejemplo entre aproximadamente 60 y 80 IRHD (grados de dureza de goma internacional).

[0028] La invención proporciona también un miembro de sello para un sello hidrodinámico para elementos relativamente rotativos, comprendiendo el miembro de sello: un elemento de sellado como se define en esta 50 invención y un miembro de elastómero, estando el elemento de sellado ajustado a una superficie del miembro de elastómero. El elemento de sellado puede estar adherido al miembro de elastómero o puede ser independiente. El elemento de sellado puede ser una manga ajustada en una apertura del miembro de elastómero.

[0029] La invención proporciona además un miembro de sello para un sello hidrodinámico para los elementos relativamente rotativos, comprendiendo el miembro de sello: un miembro de elastómero que tiene una apertura para uno de los elementos relativamente rotativos y un elemento de sellado adaptado para estar ajustado en la apertura entre el miembro de elastómero y el elemento rotativo, incluyendo el elemento de sellado una capa de estabilización de tejido impregnada con o dispuesta en un material aglutinante.

[0030] El miembro de elastómero puede comprender un anillo de elastómero, comprendiendo el elemento de sellado una manga anular dispuesta dentro de la apertura en el anillo. El elemento de sellado puede ser independiente y/o separable del miembro de elastómero. La invención proporciona también un sello hidrodinámico que comprende un elemento de sellado como se ha establecido anteriormente.

5

[0031] La invención se describirá ahora solo a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en la que;

La figura 1 muestra un sello hidrodinámico según la invención;

10

La figura 2 es una vista en perspectiva de un elemento de sellado de la figura 1;

La figura 3 son vistas compuestas de partes de la superficie radialmente interna del elemento de sellado de la figura 2; y

15

Las figuras de 4 a 12 muestran elementos de sellado según diferentes realizaciones de la invención.

[0032] En referencia a las figuras 1 y 2, se proporciona un sello para el sellado del espacio entre un eje rotativo 10 y un miembro estacionario 12 que rodea el eje, para controlar la fuga de fluido desde el espacio 14 en un lado del sello. El sello comprende un anillo de sellado 20 ajustado en un alojamiento 22. El anillo de sellado 20 consiste en un elemento de sellado anular 24 y un anillo de elastómero 30 que rodea el elemento 24. El elemento 24 tiene una cara interna cilíndrica 26 de un diámetro ligeramente mayor que el diámetro exterior del eje 10 y que forma una superficie de sellado. La cara cilíndrica externa del elemento 24 está en contacto con la cara cilíndrica interna del anillo de elastómero 30 y tiene una superficie que sujeta la superficie interna del anillo de elastómero 30 para resistir la rotación del elemento de sellado 24 durante el uso del sello. La superficie externa del elemento 24 puede ser adecuada en sí para este fin, pero si no, se puede aplicar a esta una solución de goma, un agente de adhesión u otro adhesivo, o una cinta adhesiva de doble cara.

20

25

[0033] El elemento 24 está formado como una tira alargada con sus extremos superpuestos juntos en 28 de forma que el elemento forme una corona circular completa. La junta de superposición está formada por los extremos del elemento que están escalonados de forma conforme en un plano radial de manera que los extremos puedan deslizarse relativamente entre sí si es necesario (p. ej., si el elemento debe contraerse ligeramente a lo largo) y proporciona aún una superficie de sellado de corona circular continua. El elemento 24 puede ser de forma típica hasta 4 ó 5 m de larga, suficiente para un eje de hasta aproximadamente 1,4 m de diámetro. Para sellos más grandes, se puede unir más de un elemento por juntas con solape adicionales. El anillo de elastómero 30 tiene dos rebordes 34 que tienen cada uno un borde de sellado 36 que es un ajuste de interferencia con la pared lateral adyacente 42 ó 44 del alojamiento 22.

30

35

[0034] El alojamiento 22 comprende un receso anular 40 adherido por dos paredes laterales 42 y 44, perpendicular cada una al eje de rotación del árbol 10 y una pared cilíndrica 46. La profundidad radial del receso es mayor que la del anillo de sellado 20, de forma que la pared 46 está separada del anillo de sellado. Un cilindro 50 en el alojamiento 22 conduce a una cavidad 48 definida entre el anillo de sellado 20 y la pared cilíndrica del receso 40 y está conectado a través de un conducto 52 a una fuente de fluido bajo presión.

40

[0035] La holgura radial entre el árbol 10 y la cara interna 26 del elemento de sellado es tal que, cuando no se aplica ninguna presión radial al anillo de sellado (es decir, cuando la presión de fluido en la cavidad 48 es igual a la presión ambiental), existe una fuga considerable de fluido desde el espacio 14 entre el árbol y el sello. En funcionamiento, el fluido bajo presión se suministra a través del conducto 52 y el cilindro 50 a la cavidad 48 y ejerce una fuerza radialmente hacia dentro del anillo de elastómero 30. Esta fuerza se transmite a través del anillo de elastómero al elemento de sellado 24 y causa que este se contraiga, de forma que la holgura entre este y el árbol 10 se reduzca. A medida que la presión de fluido aplicada al anillo de sellado aumenta, la holgura entre el elemento de sellado 24 y el árbol 10 disminuye y la fuga de fluido desde el espacio 14 entre el elemento de sellado y el árbol disminuye. La presión de fluido aplicada aumenta hasta que la fuga desde el espacio 14 alcanza un nivel aceptablemente bajo.

45

50

55

[0036] Siempre que la presión de fluido aplicada no aumente a un valor demasiado alto, las fuerzas hidrodinámicas causadas por rotación del árbol garantizan entonces que la película de fluido entre el árbol y la cara interna 26 del elemento de sellado 24 evite el contacto físico entre el elemento y el árbol. El desgaste en el anillo de sellado se reduce por tanto considerablemente, en comparación con sellos conocidos tales como guarniciones de

estanqueidad convencionales y sellos de reborde, en los que no existe ajuste o control de la fuerza de contacto de fricción entre el sello y el árbol. Además, la falta de, contacto positivo entre el anillo de sellado y el árbol reduce considerablemente el calor generado en la región del sello. El hueco entre el anillo de elastómero 30 y la pared cilíndrica 46 del receso 40 permite al anillo de sellado "flotar" en la dirección radial, de forma que pueda seguir una ligera desalineación del árbol 10 sin que se realice contacto desigual entre la superficie de sellado 26 y el árbol. El uso de la presión de fluido para energizar el anillo de sellado permite el sellado y la fuga a través del sello que se va a controlar de forma precisa y permite que el control se lleve a cabo de forma remota desde la región del sello.

[0037] Se ha encontrado que una tasa de fuga satisfactoriamente baja se puede obtener con una presión de fluido aplicada que es aproximadamente igual a la presión del fluido que se va a sellar. Esto ofrece la posibilidad de utilizar el mismo fluido para proporcionar la presión energizante, por ejemplo mediante la conexión del cilindro 50 o conducto 52 a una ubicación adecuada en comunicación con el espacio 14. Esto tiene la ventaja de que no se requiere una fuente independiente de fluido presurizado. También tiene la ventaja de que, si la presión del sistema del fluido que se va a sellar se reduce por cualquier razón, la presión energizante aplicada al anillo de sellado se reducirá simultáneamente, evitando así el riesgo de que la superficie de sellado 26 sea forzada en contacto con el árbol debido al descenso en la presión de la película de fluido entre la superficie de sellado y el árbol. De manera similar, cualquier incremento en la presión del sistema producirá un incremento correspondiente en la presión energizante. Muchas otras variantes de instalación del sello son posibles, por ejemplo todas aquellas mostradas en el documento EP 0125896A. Inversiones cinemáticas de las instalaciones también son posibles, en las que el árbol 12 es estacionario y la parte 14 gira alrededor de este. También en tales casos, en principio es posible que el sello se pueda disponer "desde dentro hacia fuera" con el elemento de elastómero 20 dispuesto radialmente hacia dentro del elemento 24 y expandiéndolo radialmente hacia fuera. Todas las variantes incorporan por supuesto uno o más elementos de sellado 24 de la invención, ejemplos de los cuales se describirán ahora con más detalle.

[0038] En una primera realización, el elemento de sellado 24 es de construcción de capa única y consiste en una o más capas 27 (dos se ilustran en la figura 1) de tejido de tela insertadas en una resina fenólica llena de polvo PTFE, por ejemplo Tenmat® Feroform® T814. El tejido aquí es poliéster, pero podría ser alternativamente de un material diferente, por ejemplo una aramida o carbono a base de fibras. Los hilos de urdimbre del tejido se disponen longitudinalmente del elemento, es decir, circunferencialmente del sello instalado y los hilos de trama se disponen a través del elemento. Esta es la orientación preferida, aunque para otras aplicaciones, puede ser que los hilos de trama se puedan disponer a lo largo o el tejido podría estar dispuesto de forma que ambos hilos de urdimbre y trama estén inclinados en un ángulo a la longitud del elemento 24. La resina fenólica es relativamente rígida en compresión y evita cualquier movimiento relativo de diferentes regiones del tejido de poliéster durante el uso del sello. En particular evita la compresión circunferencial local (plegado) del elemento de sellado en el que el espaciado de los hilos de trama del tejido de poliéster se reduce localmente. El tejido, por otro lado, es relativamente rígido en tensión y evita el estiramiento circunferencial local del elemento de sellado que alojaría de otro modo el plegado en otra parte del elemento.

[0039] Las partículas de PTFE en la resina actúan como un lubricante seco y resultan en la superficie de sellado 26 que tiene una fricción muy baja y, de este modo, resistente a avería transitoria de la película hidrodinámica.

[0040] La superficie de sellado 26 puede tener ranuras curvadas 31, figura 3, que se extienden a mitad de camino a través de esta desde su borde ascendente. Alternativamente, las ranuras cerradas en un único extremo 32 se pueden extender desde el borde ascendente. Estas ranuras promueven el mantenimiento de la película hidrodinámica durante el uso del sello a velocidades rotativas más bajas, se pueden alcanzar entonces con una superficie de sellado totalmente lisa. Creemos que se logra por las ranuras que proporcionan un depósito local presurizado de fluido para las regiones de la superficie de sellado lejos del espacio 14. Con el mismo objetivo, la superficie de sellado puede ser texturizada o estampada (33, figura 3), por ejemplo mediante el suministro únicamente de un revestimiento relativamente fino de resina fenólica sobre el tejido adyacente a la superficie de sellado de forma que el contorno de las fibras de tela del tejido se muestra a través de la resina como un patrón reticulado. Las depresiones intersticiales resultantes entre las fibras actúan como depósitos locales de fluido de presión para la película hidrodinámica. Alternativamente, la superficie de sellado se puede estampar presionándola durante el curado contra una placa que tiene lo inverso del patrón requerido mecanizado en su superficie o mediante la mecanización del patrón directamente en el material curado.

[0041] En un ejemplo, un elemento de sellado de 4,3 m de largo tiene 19,1 m de ancho y entre 3,2 a 5,4 de espesor dependiendo de la aplicación. En esta realización particular, la flexibilidad del elemento es limitada y así tiende a ser más adecuada a sellos de diámetro mayor.

[0042] En una segunda realización (figura 4), el elemento de sellado es de construcción de dos capas. La superficie de sellado 26 se proporciona en una primera capa 54 que comprende una o más capas 56 de tela, por ejemplo, de una meta-aramida tal como NOMEX® impregnada con un fluoroelastómero, por ejemplo FKM o un caucho de acrilonitrilo butadieno (NBR) o caucho de acrilonitrilo butadieno hidrogenado (HNBR) u otro elastómero. Preferiblemente, el elastómero está lleno de PTFE de forma que tenga cualidades antifricción autolubricantes. La capa 54 está adherida sobre una segunda capa de estabilización 58 que comprende un tejido de poliéster impregnado en resina fenólica como ya se ha descrito. En esta realización, no obstante, es necesario que la resina fenólica no esté llena de PTFE; un ejemplo de un material adecuado es Tenmat Feroform T14. Un adhesivo adecuado para la adhesión de la capa de aramida/fluoroelastómero 54 a la capa de poliéster/resina 56 es un epoxi tal como Araldite® 2015. La superficie de sellado 26 de esta realización puede tener las mismas características de ranurado, estampado o texturizado como en la figura 3. De hecho, todas las realizaciones de la invención pueden incorporar estas características de superficie de sellado.

[0043] La figura 5 ilustra una realización multi-capas de la invención. En esta y las figuras posteriores, las partes ya descritas llevan los mismos números de referencia. Una capa de estabilización de tejido (u otro) de poliéster/resina fenólica 58 como se ha descrito en conexión con la figura 4 está intercalada aquí entre una capa inferior 60 y una capa superior 62 constituidas respectivamente por cuatro y cinco capas de fibra Nomex de meta-aramida, impregnadas todas con y adheridas juntas por un elastómero NBR o HNBR. Encima de la capa superior 62 hay una capa 64 que proporciona la superficie de sellado 26 y formada por el mismo material como la capa 56 de la figura 4. La capa 58 está adherida a las capas 60, 62 por un adhesivo epoxi o similar y la capa 64 está adherida a la capa 62 por Dunlop 2000 o adhesivo similar.

[0044] En la realización multi-capas de la figura 6, la capa de estabilización 58 se omite y en su lugar una capa 66 que proporciona la superficie de sellado 26 está hecha de una resina fenólica llena de polvo PTFE que incorpora al menos una capa de tejido, de forma similar a la figura 1. De nuevo, un material adecuado es Tenmat Feroform T814 (podría utilizar también T14 no lleno con PTFE, aunque ciertamente sin PTFE no sería tan efectivo).

[0045] En la figura 7, la capa de estabilización lubricada 66 se reemplaza por una capa de estabilización 68 y una capa de superficie de rodadura 70, respectivamente de la misma construcción que las capas 56 y 54 de la figura 4. Las capas revestidas de elastómero 60, 62 se describen para las figuras 5 y 6. De este modo, la superficie de rodadura 66 es, de forma característica, Feroform T814, que está laminada contra la capa de estabilización 58 de Feroform T14. La capa de estabilización 58 está adherida a las sub-capas 60 y 62. La T814 es difícil de adherir directamente a las sub-capas NBR/HNBR debido al contenido de PTFE, por lo que se prefiere presionar-curar 1 capa de T814 y 1 capa de T14 juntas con antelación. La capa de T14 se puede adherir sin inconvenientes a las sub-capas revestidas de elastómero y la capa de T814 proporciona una superficie de sellado de baja fricción superior.

[0046] Las capas revestidas de elastómero 60, 62 son de forma inherente más flexibles que las pilas de estabilización basadas en resina fenólica. De este modo, mediante la reducción del espesor de la o de cada capa de estabilización en la medida de lo posible (a, por ejemplo, 0,5 mm o menos) sin comprometer su función básica de aportación de estabilidad dimensional al elemento de sellado y mediante el uso en su lugar de una o más capas revestidas de elastómero, resulta un elemento de sellado más flexible, que puede ser curvo para proporcionar sellos de diámetro más pequeño de lo que sería el caso de otro modo. El tejido en las capas de elastómero, siendo de una meta-aramida dimensionalmente estable o similar, es resistente al estirado mientras que la capa de resina fenólica relativamente fina tiene una fuerza compresiva suficiente para resistir el plegado local.

[0047] En una serie adicional de realizaciones de la invención, las capas de estabilización de resina fenólica se reemplazan por capas de estabilización de tejido impregnadas de elastómero en las que el elastómero se escoge para que esté relativamente rígido cuando se cure. Por ejemplo el tejido Nomex puede estar impregnado con una mezcla de NBR y HNBR o FKM y un agente de adhesión que adhiere de forma segura el elastómero al tejido y que se endurece cuando se vulcaniza. El agente de adhesión comprende resinas que reticulan en el curado (vulcanización) para formar una estructura rígida. Puede contener también rellenos. Un agente de adhesión adecuado, especialmente para HNBR, es Chemosil 360 vendido por Lord Corporation. Otros productos similares están disponibles, por ejemplo THIXON® fabricado por Rohm y Haas) pero se deben escoger (basándose en los datos publicados) para que sean compatibles con el elastómero. El Chemosil 360 puede estar dentro del rango del 30% al 75% del volumen de la mezcla pre-curada total que consiste en solución de goma y agente de adhesión en solvente. El solvente se evapora antes del curado.

[0048] Varios grados de rigidez total para el elemento de sellado 24 se pueden alcanzar sin recurrir a

mezclas de elastómero demasiado diferentes mediante la combinación de capas de elastómero endurecidas y no endurecidas. De este modo, en la figura 8, se utilizan las capas de elastómero de tres endurecimientos diferentes. Las capas 60 son como se describe para la figura 5, las capas 72 son capas de elastómero endurecidas de una primera rigidez y las capas 74 son capas de elastómero endurecidas de una segunda rigidez 56 es una capa de superficie de sellado como en la figura 4 ó 5 y está adherida a la capa 72 por un adhesivo basado en policloropreno (neopreno) tal como Dunlop® S2000.

10 **[0049]** Las figuras de 9 a 12 ilustran otras combinaciones posibles de capas de diferente rigidez. Las partes anteriormente descritas llevan los mismos números de referencia en estas figuras.

[0050] También es posible utilizar una capa o capas de estabilización basada en resina fenólica en combinación con las capas de estabilización basadas en elastómero endurecidas y no endurecidas. Como un ejemplo de tal disposición, algunas de las capas 60 y/o 62 en las figuras 5, 6 y 7 se podrían reemplazar por las capas 72 y/o 74. Otra posibilidad es para la capa de estabilización única de la figura 1 o la capa de estabilización 58 de la figura 4 ser reemplazada por una capa basada en elastómero adecuadamente endurecida.

20 **[0051]** Las capas basadas en elastómero del elemento de sellado 24 se fabrican de forma independiente mediante mojado el tejido de Nomex en bruto (u otro) en una solución de goma fina o mezcla de agente de adhesión (por ejemplo, Chemosil 360) y solución de goma y se deja secar. El tejido mojado seco se reviste a continuación en cada lado con una solución de goma más gruesa, preferiblemente por una operación de esparcimiento. Por ejemplo, la solución en forma de pasta más gruesa se puede aplicar por un rodillo en el que el espesor de la solución se controla por una cuchilla o raqueta. El tejido se para en el rodillo y la pasta de goma se aplica detrás de la cuchilla, que "raspa" o lo extiende sobre el tejido. Cada capa se presiona-cura entonces, tanto de forma independiente, o a medida que varias capas se presionan juntas, dependiendo del requisito. Por ejemplo, las 25 capas 60 de la figura 5 se pueden presionar juntas en una operación, así como las capas 62. Las capas de estabilización basadas en resina fenólica (incorporadas desde el fabricante) se curan de forma independiente y se adhieren a continuación junto con las capas basadas en elastómero. Alternativamente, las capas de estabilización basadas en resina fenólica o las pilas de estabilización de elastómero endurecidas pueden ensamblarse sin estar curadas con las capas flexibles (teniendo un agente de adhesión que haber sido aplicado primero a sus superficies de revestimiento si es necesario) y el conjunto completo curado en una operación única, siempre que los requisitos de curado (tiempo y temperatura) de las capas sean compatibles. De forma conveniente, los elementos 24 se 30 fabrican como hojas relativamente anchas y se cortan a continuación en tiras del ancho requerido.

35 **[0052]** Cada característica descrita en esta especificación (cuyo término incluye las reivindicaciones) y/o mostrada en los dibujos se puede incorporar en la invención de forma independiente de otras características descritas y/o ilustradas.

40 **[0053]** Las afirmaciones en esta especificación de los "objetos de la invención" se refieren a realizaciones preferidas de la invención, pero no necesariamente a todas las realizaciones de la invención que entran dentro de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un elemento (24) para un sello hidrodinámico para elementos relativamente rotativos (10), disponiendo el elemento de sellado (24) de una superficie de sellado (26) ranurada (31, 32) **caracterizado porque** el elemento de sellado (24) consiste en o comprende al menos una capa de estabilización (54, 58, 66, 68) de tejido impregnado con o dispuesto en un material aglutinante que evita sustancialmente el movimiento relativo de fibras del tejido durante el uso del sello; en el que el aglutinante de la capa de estabilización (54, 58, 66, 68) comprende material no elastomérico y el elemento de sellado (24) comprende además una capa flexible (60, 62) que comprende un material de elastómero.
- 10 2. El elemento de sellado (24) de la reivindicación 1, en el que la capa de estabilización (54, 58, 66, 68) y la capa flexible (60, 62) se adhieren juntas.
3. El elemento de sellado (24) de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la capa de 15 estabilización (54, 58, 66, 68) y la capa flexible (60, 62) están separadas y/o se pueden separar entre sí.
4. El elemento de sellado (24) de cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 3, en el que hay una pluralidad de dichas capas de material flexible (60, 62) de diferente rigidez entre sí.
- 20 5. El elemento de sellado (24) de cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 4, en el que al menos una capa de estabilización (54, 58, 66, 68) está laminada entre capas de material flexible (60, 62).
6. El elemento de sellado (24) de cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 5, en el que una de dichas capas de estabilización (54, 58, 66, 68) está dispuesta en una pluralidad de capas de material flexible (60, 62).
- 25 7. El elemento de sellado (24) de cualquier reivindicación anterior, en el que el material que proporciona la superficie de sellado (26) está fijado directamente a la o a una de dichas capas de estabilización (54, 58, 66, 68).
8. El elemento de sellado (24) de cualquier reivindicación anterior, en el que la o a una de dichas capas 30 de estabilización (54, 58, 66, 68) proporciona la superficie de sellado (26) del elemento (24).
9. El elemento de sellado (24) de cualquier reivindicación anterior, en el que la superficie de sellado (26) se proporciona por material lleno con PTFE.
- 35 10. El elemento de sellado (24) de cualquier reivindicación anterior, que está adaptado a ser ajustado como una manga en un miembro de sello (12) en un sello hidrodinámico.
11. Un miembro de sello (12) para un sello hidrodinámico para elementos relativamente rotativos (10), comprendiendo el miembro de sello (12): un miembro de elastómero (30) que tiene una apertura para uno de los 40 elementos relativamente rotativos (10) y un elemento de sellado (24) como se define en la reivindicación 1 adaptado a estar ajustado en la apertura entre el miembro de elastómero (30) y el elemento rotativo (10).
12. Un miembro de sello (12) según la reivindicación 11, en el que el elemento de sellado (24) está separado y/o se puede separar del miembro de elastómero (30).
- 45 13. Un sello hidrodinámico que comprende un elemento de sellado (24) o miembro de sello (12) de cualquier reivindicación anterior.

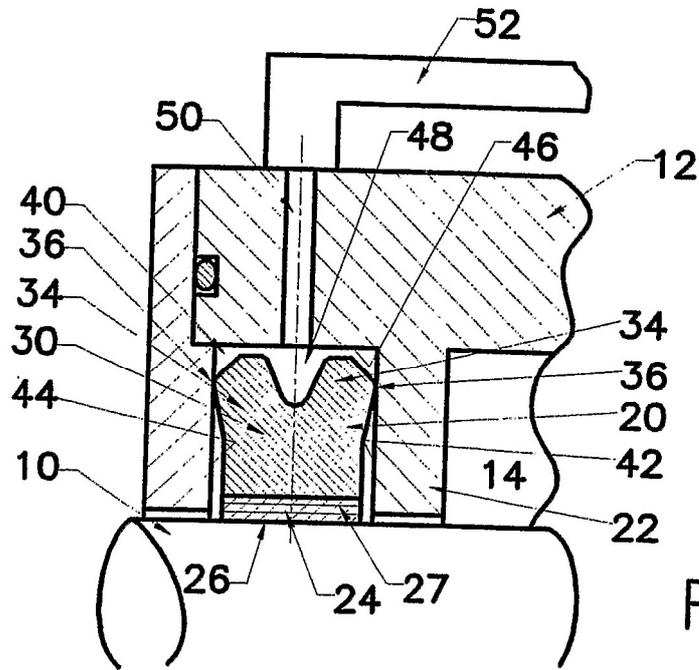


FIG. 1

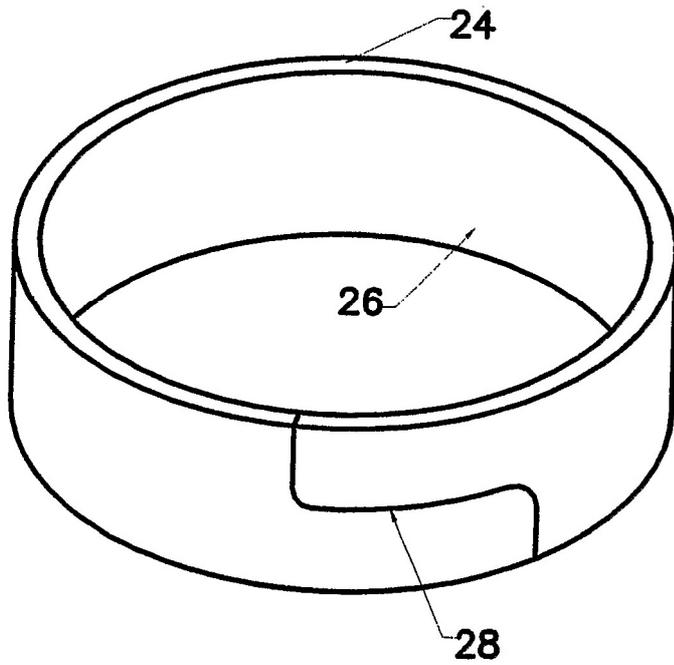
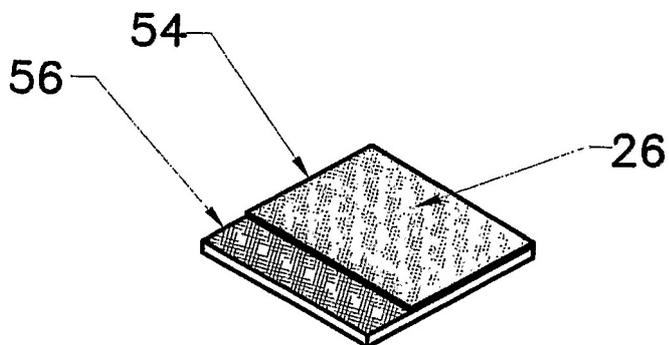
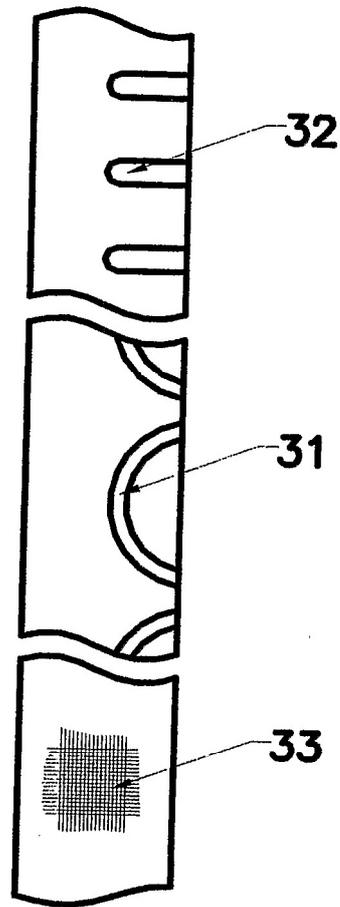


FIG. 2



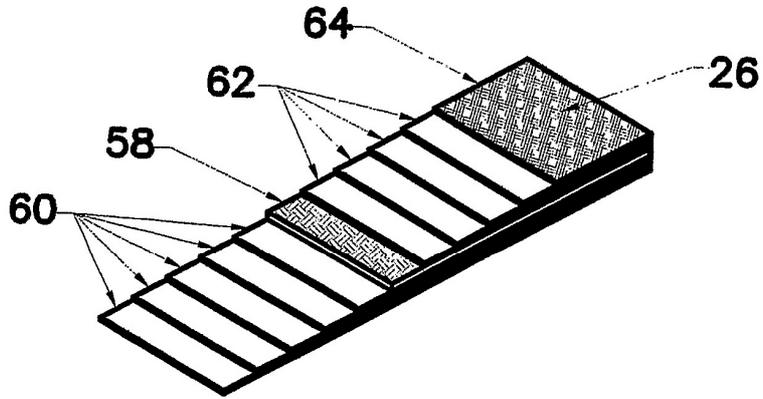


FIG. 5

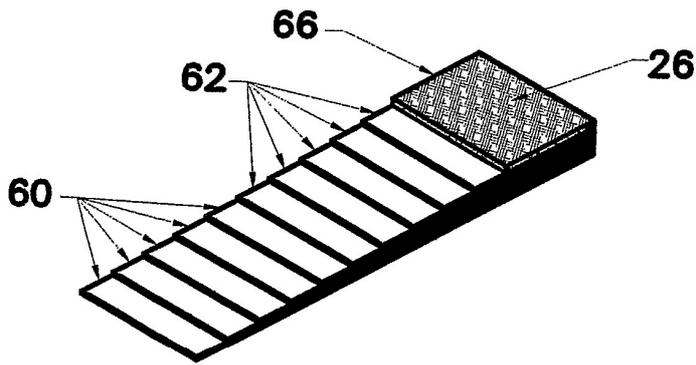


FIG. 6

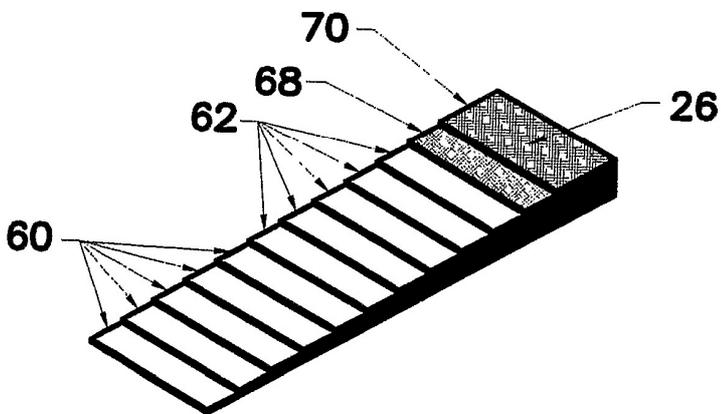


FIG. 7

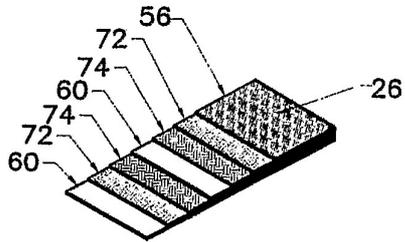


FIG. 8

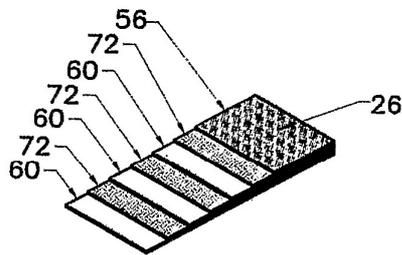


FIG. 9

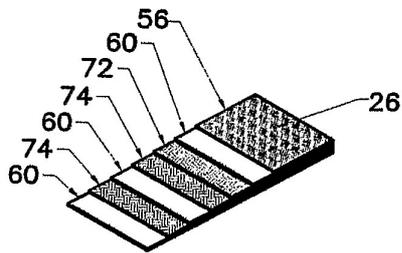


FIG. 10

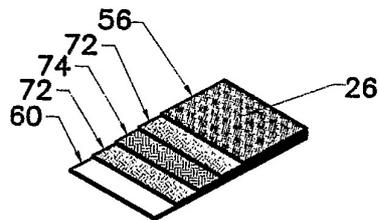


FIG. 11

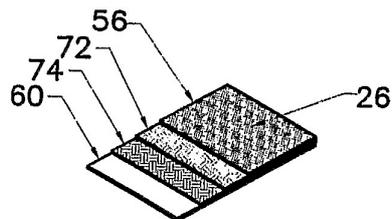


FIG. 12