(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 413 257**

(51) Int. CI.:

F16L 27/103 (2006.01)
E21B 17/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2009 E 09715440 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 2250419**

(54) Título: **Articulación flexible tándem de dos elementos**

(30) Prioridad:

25.02.2008 US 36738

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.07.2013

(73) Titular/es:

OIL STATES INDUSTRIES, INC. (100.0%)
7501 S. Cooper Street
Arlington, Texas 76001, US

(72) Inventor/es:

GUTIERREZ-LEMINI, DANTON;
POTTORFF, TODD, M.;
PEPPEL, GEORGE, W.;
PATRICK, JAMES, G.;
SPICER, CARL, C.;
PEREIRA, JESNER, H. y
CRUSE, GREGORY, P.

(74) Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

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

Articulación flexible tándem de dos elementos

Campo técnico

[0001] La presente invención se refiere a una articulación flexible con una extensión que se extiende desde una carcasa, y más de un elementos flexible elastomérico anular para montar la extensión en la carcasa a fin de permitir el desplazamiento anular de la extensión respecto a la carcasa.

Antecedentes de la técnica

[0002] Las articulaciones flexibles con un elemento flexible elastomérico anular que monta una extensión a un carcasa se utilizan para reducir las tensiones provocadas por el movimiento entre las instalaciones que flotan en el agua y las plataformas que dependen de las instalaciones que flotan en el agua. Generalmente el elemento flexible se realiza alternando cuñas metálicas esféricas, u otro material rígido, y capas de material elastomérico. Dicho elemento flexible puede proporcionar un desplazamiento angular libre de aproximadamente 6-15 grados o más, y también soporta una tensión axial proporcional al tamaño del elemento flexible. Generalmente el tamaño del elemento flexible se ha seleccionado para manejar la carga deseada por debajo de la plataforma, y los elementos flexibles se han fabricado y almacenado con varios tamaños para manejar plataformas de tamaño estándar.

[0003] Las plataformas se utilizan para la transferencia de fluidos de producción desde el mar hasta una cubierta de un buque que flota en el agua, y para la transferencia del fluido de producción del buque hasta una o más líneas de exportación. Las cargas ejercidas por la plataforma sobre un elemento flexible consisten típicamente en la tensión en la plataforma, el desplazamiento anular y la rotación de la plataforma, la presión exterior en el fluido de producción, y la temperatura aumentada del fluido de producción. Por tanto, la presión exterior en el fluido de producción, y la temperatura aumentada del fluido de producción, puede hacer que la selección de un elemento flexible para una plataforma sea más difícil que la selección de un elemento flexible para un amarradero.

[0004] En varias aplicaciones, las juntas de tubos flexibles incorporan más de un elemento flexible en un carcasa común. Por ejemplo, una articulación de tubo flexible de dos frentes para una plataforma tiene un primer elemento flexible en la carcasa para montar un primer tubo de extensión en la carcasa, y un segundo elemento flexible en la carcasa para montar una segunda tubo de extensión en la carcasa. Las dos tuberías de extensión se extienden en direcciones opuestas a la carcasa común. De este modo, la articulación de tubo flexible de doble frente puede soportar dos veces el desplazamiento anular que puede ser tolerado por una articulación de tubo flexible de doble frente con un solo elemento flexible. El desplazamiento anular está dividido entre los dos elementos flexibles en la articulación de tubo flexible de doble frente, pero cada uno de los elementos flexibles lleva la misma tensión completa de la plataforma. Ejemplos de esta articulación de tubo flexible de doble frente se encuentran en Herbert et al. Patente de EE.UU. 3.680.895 expedida 1 de agosto 1972, Herbert et al. Patente de EE.UU. 4.068.864 publicada el 17 de enero 1978 (véase la Figura 4); y Whightsil, Sr. et al. Patente de EE.UU. 5.133.578 publicada el 28 de julio de 1992.

[0005] Las articulaciones de tubos flexibles incorporan más de un elemento flexible en un carcasa común, de modo que dos elementos flexibles están expuestos al mismo desplazamiento angular pero sólo uno de estos dos elementos flexibles lleva la carga de tracción a la articulación de tubo flexible. Esta disposición puede reducir la presión del fluido de producción en cada elemento flexible y puede proporcionar un mecanismo de estanqueidad primario y de refuerzo para contener el fluido de producción presurizado dentro de la articulación de tubo. Sin embargo, los elementos flexibles en estos conceptos tienen que comprimirse previamente para que funcionen correctamente; este hecho reduce la vida útil de los elementos flexibles. Por tanto, estos diseños hacen un uso ineficaz de los dos elementos flexibles, llevar la carga axial a la tubería y sellar la presión. Algunos ejemplos de tales articulaciones de tubo flexible se encuentran en la patente de EE.UU. de Schwemmer 4.183.556 publicada el 15 de enero de 1980, y la patente de EE.UU. de Ohrt 4.068.868 publicada el 15 de enero de 1978.

[0006] Las articulaciones de tubo flexibles que tienen más de un elemento flexible en una carcasa común también se han utilizado para proporcionar una plataforma coaxial dual-lumen. Por ejemplo, como se describe en la Patente de EE.UU. de Peppel et al. 4.784.410 publicada 15 de noviembre 1988 y en La Patente de EE.UU. Peppel et al. 4.984.827 publicada el 15 de enero 1991, dentro de una articulación de tubo flexible, se forman al menos dos pasajes concéntricos y separados para el transporte de fluidos a través de la articulación de tubo flexible. Los pasajes permanecen separados y prácticamente sin cambios en la sección transversal a través de todo el rango de movimiento pivotal de la articulación de tubo flexible. Sin embargo, en cada una de las varias versiones descritas en las patentes de EE.UU. de Peppel et al. 4.784.410 y 4.984.827, los elementos flexibles en la carcasa común están forzados, mediante la conexión de los anillos, a reaccionar en paralelo a un desplazamiento angular común, asegurando así que las secciones transversales de los pasos permanezcan esencialmente sin cambios durante la rotación de la articulación, pero se desacoplan axialmente de modo que tal carga de tracción de la junta flexible es realizada por un único elemento flexible.

Descripción de la invención

[0007] Los inventores han descubierto que es deseable apilar dos o más elementos anulares elastoméricos flexibles de manera coaxial en una articulación flexible y unir los elementos flexibles mecánicamente para montar la extensión de la articulación flexible en la carcasa de modo que los elementos flexibles reaccionan en paralelo en los desplazamientos angulares y axiales de la extensión con respecto a la carcasa de manera que ambos elementos giran la misma cantidad y la carga de tracción sobre la extensión con respecto a la carcasa coloca cada uno de los elementos flexibles en compresión para dividir y compartir la carga de tracción entre los elementos flexibles. Por tanto, para una carcasa con un tamaño o superficie determinado, la capacidad de carga total de la articulación flexible aumenta, y la vida útil de la articulación flexible aumenta con una capacidad de carga determinada.

[0008] No es necesario que los elementos flexibles apilados tengan la misma geometría o se hagan de los mismos materiales, ni que los elementos flexibles apilados se compriman previamente para que funcionen bien. En general, la carga aplicada total de separará entre los elementos flexibles apilados en proporción a la rigidez relativa de los elementos flexibles apilados. Por ejemplo, los elementos flexibles apilados pueden tener la misma geometría y pueden estar hechos de los mismo materiales, y se pueden disponer del mismo modo alrededor de un centro de rotación común, de modo que los elementos flexibles apilados tienen la misma rigidez relativa y, por tanto, la carga total aplicada se dividirá por igual entre los elementos flexibles apilados. En otro ejemplo, los elementos flexibles apilados tienen una geometría diferente o están hechos de diferentes materiales o están dispuestos de forma diferente alrededor de un centro de rotación común, de modo que los elementos flexibles apilados tienen una rigidez relativa diferente y, por tanto, la carga total aplicada se dividirá de forma desigual en proporción a su rigidez relativa.

[0009] Según un primer aspecto, la invención proporciona una articulación flexible que incluye un carcasa exterior, una extensión que se extiende desde la carcasa exterior, un primer elemento anular elastomérico flexible que monta la extensión de la carcasa exterior para el desplazamiento angular de la extensión con respecto a la carcasa exterior, y al menos un segundo elemento flexible elastomérico anular acoplado entre la extensión y la carcasa exterior. El primer y el segundo elemento flexible están apilados de manera coaxial y están mecánicamente unidos de manera que el primer y el segundo elemento flexible reaccionan en paralelo a los desplazamientos angulares y axiales de la extensión con respecto a la carcasa exterior, de manera que la carga de tracción sobre la extensión con respecto a los carcasas exteriores de cada uno del primer y segundo elemento flexible en compresión para dividir y compartir la carga de tracción entre el primer y el segundo elemento flexible en proporción a la rigidez axial relativa del primer y el segundo elemento flexible.

[0010] Según otro aspecto, la invención proporciona una articulación de tubo flexible que incluye un carcasa exterior, una pestaña de fijación, un tubo de extensión, un primer elemento flexible elastomérico una tubería interna, y un segundo elemento flexible elastomérico anular. La carcasa exterior tiene un primer extremo y un segundo extremo. La pestaña de conexión está montada en el primer extremo de la carcasa exterior. El tubo de extensión se extiende desde el segundo extremo de la carcasa exterior. El primer elemento exterior está dispuesto dentro de la carcasa exterior y monta la tubería de extensión en la carcasa exterior para el desplazamiento angular del tubo de extensión respecto a la carcasa exterior. El tubo de extensión pasa por el primer elemento flexible de modo que el primer elemento flexible rodea el tubo de extensión. El tubo interior está dispuesto dentro de la carcasa exterior y está montado en la pestaña de fijación y proporciona un canal para la apertura en la pestaña de fijación en el tubo de extensión del fluido a través de la articulación de tubo flexible. La carcasa interior está dispuesta dentro de la carcasa exterior y está fijado al tubo de extensión. El segundo elemento flexible está dispuesto dentro de la carcasa exterior y está dispuesto dentro de la carcasa interior y montad el tubo interior en la carcasa interior. El tubo interior pasa por el segundo elemento flexible de modo que el segundo elemento flexible rodea el tubo interior. El primer y el segundo elemento flexible están apilados de manera coaxial y están mecánicamente unidos de manera que el primer y el segundo elemento flexible reaccionan en paralelo a los desplazamientos angulares y axiales del tubo de extensión con respecto a la carcasa exterior, de manera que la carga de tracción sobre el tubo de extensión con respecto a los carcasas exteriores de cada uno del primer y segundo elementos flexibles, en compresión para dividir y compartir la carga de tracción entre el primer y el segundo elemento flexible en proporción a la rigidez axial relativa del primer y el segundo elemento flexible.

[0011] Según otro aspecto más, la invención proporciona una articulación de tubo flexible que incluye un carcasa exterior, una pestaña de fijación, un tubo de extensión, un primer elemento flexible elastomérico anular y un segundo elemento flexible elastomérico anular. La carcasa exterior tiene un primer extremo y un segundo extremo. La pestaña de conexión está montada en el primer extremo de la carcasa exterior. El tubo de extensión se extiende desde el segundo extremo de la carcasa exterior. El primer elemento exterior está dispuesto dentro de la carcasa exterior y monta la tubería de extensión en la carcasa exterior para el desplazamiento angular del tubo de extensión respecto a la carcasa exterior. El tubo de extensión pasa por el primer elemento flexible de modo que el primer elemento flexible rodea el tubo de extensión. El segundo elemento flexible elastomérico anular está dispuesto dentro de la carcasa exterior y monta el tubo de extensión en la carcasa exterior. El tubo de extensión pasa por el segundo elemento flexible de modo que el segundo elemento flexible rodea el tubo de extensión. La pestaña de fijación define una abertura para un canal en el tubo de extensión para el paso de fluido a través de la articulación de tubo flexible. El primer y el segundo elemento flexible están apilados de manera coaxial y están mecánicamente unidos de manera que el primer y el segundo elemento flexible reaccionan en paralelo a los desplazamientos angulares y axiales del tubo de extensión con respecto a la carcasa exterior, de manera que la carga de tracción sobre el tubo de

extensión con respecto a los carcasas exteriores de cada uno del primer y segundo elementos flexibles, en compresión para dividir y compartir la carga de tracción entre el primer y el segundo elemento flexible en proporción a la rigidez axial relativa del primer y el segundo elemento flexible.

Breve Descripción de los Dibujos

[0012] Características y ventajas adicionales de la invención se describirán ahora más detalladamente en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

[0013] La figura 1 es un diagrama esquemático de una plataforma de piernas tensadas (TLP, del inglés Tensión Leg Platform) que incluye una plataforma de producción y una plataforma de exportación en una configuración catenaria;

[0014] La figura 2 es un receptáculo hueco de una sola entrada para montar la plataforma de exportación en el TLP de la figura 1;

[0015] La figura 3 es una vista frontal de una articulación de tubo flexible con una primera configuración de acuerdo con la presente invención;

[0016] La figura 4 es una vista transversal de la articulación de tubo flexible tomada a lo largo de la línea 4-4 en la figura 3;

[0017] La figura 5 muestra una construcción alternativa de la articulación de tubo flexible de la figura 4 para facilitar el desmontaje;

[0018] La figura 6 muestra otra construcción alternativa de la articulación de tubo flexible de la figura 4;

[0019] La figura 7 muestra otra construcción alternativa de la articulación de tubo flexible de la figura 4, mostrando una unidad de presión-estanqueidad;

[0020] La figura 8 muestra una construcción alternativa de la articulación de tubo flexible de la figura 7;

[0021] La figura 9 es una vista frontal de una segunda articulación de tubo flexible según la presente invención;

[0022] La figura 10 muestra una vista transversal a lo largo de la línea 10-10 en la figura 9;

[0023] La figura 11 muestra una construcción alternativa de la articulación de tubo flexible de la figura 10 para facilitar el desmontaje;

[0024] La figura 12 es una vista frontal de una tercera articulación de tubo flexible según la presente invención;

[0025] La figura 13 muestra una vista transversal lateral a lo largo de la línea 13-13 en la figura 12;

[0026] La figura 14 muestra una construcción alternativa de la articulación de tubo flexible de la figura 13 para facilitar el desmontaje; y

[0027] La figura 15 muestra otra construcción alternativa de la articulación de tubo flexible de la figura 13.

[0028] Aunque la invención es susceptible a varias modificaciones y formas alternativas, se muestran las formas específicas a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán en detalle. Debería entenderse, sin embargo, que no se pretende limitar la invención a las formas específicas descritas, sino que por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalencias y alternativas que estén dentro del ámbito de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Modo(s) de llevar a cabo la invención

[0029] En referencia a la figura 1, se muestra un buque de producción y perforación en alta mar generalmente designado por 10 que flota sobre una superficie de agua 11. El buque flotante, en particular, es una plataforma de piernas tensadas (TLP) fijada al fondo del mar 12 por medio de tendones 13, 14 y plantillas de cimientos 15, 16. Aunque no es visible en la figura 1, hay un conjunto de tendones que dependen de cada una de las cuatro esquinas de la plataforma TLP 10 a una d las cuatro plantillas de cimientos 15, 16. Además, cada una de las cuatro esquinas inferiores de la plataforma TLP 10 está fijada por una respectiva línea de amarre lateral 17, 18 que se utiliza para mover la plataforma lateralmente y para resistir cargas de tormenta laterales.

[0030] Para transportar los fluidos de perforación y una sarta de perforación desde el TLP a un pozo aforado 19 en el fondo del mar 12, y para eliminar hidrocarburos desde el pozo cuando se ha completado la perforación, un elevador de producción designado en general por 20 se extiende desde el agujero del pozo 19 hasta al TLP 10. El elevador 20 está compuesto por un número de secciones de tubería rígidas 21 unidas por las articulaciones de tubo flexibles 22. Una articulación de tubo flexible adecuada se describe, por ejemplo, en la patente de EE.UU. de Whightsil, Sr. et al. Nº 5.133.578 publicada el 28 de julio 1992.

[0031] También se muestra en la figura 1 una plataforma de exportación designada generalmente por 24 que cuelga desde una pierna de la TLP 10 en una configuración catenaria y que toca el fondo del mar 12. La plataforma de exportación 24, por ejemplo, es una tubería que va desde la TLP 10 hasta una instalación en tierra (no mostrada), o a un sistema de boyas para cargar los buques flotantes de almacenamiento y descarga de la producción (FPSO's). La plataforma de exportación 24 es similar a la plataforma de producción 20 en que está compuesta por un número de secciones rígidas 25 unidas por articulaciones de tubo flexibles elastoméricas 26. Una articulación de tubo flexible 27 en la parte superior de la plataforma 24 se monta en un receptáculo hueco con una sola entrada 34 acoplado a una pierna de la TLP 10.

[0032] La figura 2 muestra el receptáculo hueco con una sola entrada 34. El receptáculo 34 es una unión soldada formada por un anillo de carga mecanizado, forjado 41 y un número de placas 42, 43. Las placas 42, 43, que funcionan como redes y pestañas, sirven para estabilizar el anillo de carga 41 y también de cargas puente entre la pierna TLP y la plataforma de exportación.

[0033] Durante la instalación, la porción trasera del receptáculo 34 es soldada o fijada de algún otro modo a la pierna de la TLP, y la articulación de tubo flexible superior de la plataforma de exportación es introducida dentro del anillo de carga 41. El receptáculo incluye una ranura frontal designada generalmente por 44 para facilitar la entrada lateral de la plataforma de exportación durante la instalación.

[0034] Las articulaciones flexibles para plataformas y para montar tendones en una TLP se han fabricado y almacenado con varios tamaños para poder tratar varios plataformas o tendones de tamaños estándar. Sin embargo, se puede dar la situación en la que se requiera aumentar la capacidad de soporte de carga o vida útil de una articulación flexible para un tamaño o superficie de carcasa determinado. Esto está especialmente indicado en la articulación de tubo flexible más superior de una plataforma, porque esta articulación flexible se monta generalmente en un buque flotante que tiene un receptáculo de montaje acoplado a una superficie de carcasa particular.

[0035] Por ejemplo, inicialmente un receptáculo de montaje se selecciona y dimensiona según unas condiciones de servicio anticipadas, y después el receptáculo de montaje es soldado al buque flotante. Si las condiciones de servicio cambian, puede ser difícil reemplazar el receptáculo de montaje y también puede ser caro instalar un nuevo receptáculo de montaje. Puede ser necesario aumentar las condiciones de carga debido a que se ha perforado un pozo nuevo o más profundo en un lugar ya existente, de modo que se va a extraer fluido de producción a temperatura más alta en el sitio existente, o se puede requerir un aumento de las condiciones de carga porque la producción en el sitio existente ha terminado y el buque flotante se ha trasladado a un nuevo lugar donde el fondo del mar es más profundo, por lo que la articulación de tubo flexible debe manejar una tensión mayor. En cualquier caso, es preferible instalar una articulación de tubo flexible nueva y con mayor capacidad en el receptáculo de montaje existente.

[0036] Según un aspecto de la presente invención, la capacidad de soporte de carga o de vida útil de una articulación flexible para un determinado tamaño o superficie de la carcasa se incrementa al apilar dos o más elementos anulares elastoméricos flexibles de forma coaxial en una articulación flexible y unir los elementos elastoméricos flexibles mecánicamente para montar una extensión de la articulación flexible en la carcasa de modo que los elementos flexibles reaccionan en paralelo al desplazamiento angular y axial de la extensión con respecto a la carcasa, y en particular, de modo que la carga de tracción sobre la extensión con respecto a la carcasa coloca cada uno de los elementos flexibles en compresión para dividir y compartir la carga de tracción entre los elementos flexibles. Por tanto, para una carcasa con un tamaño o huella determinado, la capacidad de carga total de la articulación flexible aumenta, y la vida útil de la articulación flexible aumenta con una capacidad de carga determinada. La articulación de tubo flexible con los elementos flexibles actuando en paralelo puede funcionar en un entorno mucho más duro y en condiciones más severas que lo que soporta un diseño existente de un solo elemento, o un diseño con dos elementos flexibles que pueden actuar independientemente, o están unidos para actuar en series.

[0037] En una configuración preferida, los elementos flexibles apilados que actúan en paralelo están posicionados alrededor de un centro de rotación común. Para dos elementos flexibles apilados que actúan en paralelo, esto se puede hacer ya sea mediante la localización de los elementos flexibles en los lados opuestos del centro de rotación, de manera que el centro de rotación esté situado entre los elementos flexibles,, o mediante la localización de los elementos flexibles, en el mismo lado del centro de rotación, de manera que el centro de rotación no se encuentra entre los elementos flexibles,. En el caso de los dos elementos flexibles que se encuentran en lados opuestos del centro de rotación, los dos elementos flexibles pueden unirse mecánicamente a la extensión mediante un carcasa interior o mediante extendiendo la extensión de manera que está rodeado por cada uno de los dos elementos flexibles,. Por tanto, hay tres configuraciones de articulación flexible general para el caso de dos elementos flexibles apilados actuando en paralelo.

[0038] Las figuras 3 y 4 muestran una articulación de tubo flexible 27 que tiene la configuración general en la que dos elementos flexibles apilados 61, 62 que actúan en paralelo están situados en lados opuestos de un centro común de rotación 63. En esta realización específica, la articulación de tubo flexible 27 tiene un anillo de soporte inferior 51, un cuerpo cilíndrico 52, un elemento flexible inferior 61, un tubo de extensión 54, un carcasa interior 65,

un elemento flexible superior 62, un tubo interior 64, y una brida de fijación 53. La brida superior 66 del tubo de extensión 54 está soldada a la carcasa interior 65, y el tubo interior 64 está soldado a la brida de fijación 53. Además, la brida de fijación 53 está soldada al cuerpo cilíndrico 52. Por ejemplo, estos componentes soldados están hechos de una aleación de acero resistente a la corrosión.

[0039] Cuando está en uso, la articulación de tubo flexible 27 está asentada en un receptáculo hueco (34 en la figura 2) que puede soportar con seguridad el peso y la carga de la articulación de tubo flexible 27. La brida de fijación 53 se atornilla a una brida (56 en la figura 3) de un segmento de tubo (28 en la figura 3) para el transporte de fluido a través de la articulación de tubo flexible entre el segmento de tubo 28 y el tubo de extensión 54. La combinación del anillo de soporte inferior 51 y el cuerpo cilíndrico 52 proporcionan un carcasa exterior para la articulación de tubo flexible 27. Cuando soportan una carga de tracción sobre el tubo de extensión 54 con respecto a esta carcasa exterior, la articulación de tubo flexible 27 permite un rango de desplazamiento angular (θ) del tubo de extensión 54 respecto a la carcasa exterior. Por ejemplo, como se muestra en la figura 3, un desplazamiento angular del tubo de extensión 54 se produce cuando el tubo de extensión gira alrededor del centro de rotación 63 desde una orientación vertical como se muestra en líneas continuas hasta una orientación inclinada 55 mostrada en líneas discontinuas.

[0040] Como se muestra en la figura 4, el elemento flexible elastomérico anular inferior 61 y el elemento flexible elastomérico anular superior 62 están apilados de forma coaxial a lo largo de un eje longitudinal central 67 y están contenidos dentro de la carcasa exterior compuesto por el anillo de soporte inferior 51 y el cuerpo cilíndrico 52. Los elementos flexibles apilados 61 y 62 tienen un centro de rotación común 63 en el eje 67,

[0041] En la realización de la figura 4, el elemento flexible superior 62 no necesita tener el mismo tamaño, forma o composición que el elemento flexible inferior 61. En general, cuando se aplica tensión al tubo de extensión 54 que causa el desplazamiento del tubo de extensión con respecto al cuerpo cilíndrico 52 a lo largo del eje 67, el elemento flexible superior 62 y el elemento flexible inferior 61 están cada uno sometidos al mismo desplazamiento axial, y por lo tanto, a fuerzas de compresión que están en proporción a las rigideces axiales relativas de los elementos flexibles. Por consiguiente, la carga de tracción sobre la articulación flexible 27 es dividida y compartida entre los elementos flexibles superiores e inferiores 62, 61 en proporción a su rigidez axial relativa. Por tanto, al incorporar el elemento flexible superior 62 en la articulación de tubo flexible 27 y unir mecánicamente el elemento flexible superior al elemento flexible inferior 61 y al tubo de extensión 54, la articulación de tubo flexible puede manejar más carga que el elemento flexible solo. Por ejemplo, al incorporar elementos flexibles superiores e inferiores substancialmente idénticos 62, 61 en la articulación de tubo flexible 27 y unirlos mecánicamente en la forma de esta realización, la articulación de tubo flexible tendría dos veces la capacidad de carga del elemento flexible inferior solo.

[0042] De forma similar, el desplazamiento angular similar del tubo de extensión 54 por rotación alrededor del centro común de rotación 63 sujeto el elemento flexible superior 62 y el elemento flexible inferior 61 a la misma deformación por esfuerzo cortante, y por lo tanto, la articulación de tubo flexible 27 proporciona una fuerza opuesta sobre el tubo de extensión 54 que es la suma de las fuerzas proporcionadas por los elementos flexibles superior e inferior 62, 61; que sería el doble de la fuerza proporcionada por cualquier de elemento flexible si ambos elementos flexibles 61, 62, fueran sustancialmente idénticos.

[0043+ En general, dado que el tubo de extensión 54 y la carcasa interior 65 están unidos entre sí, el elemento flexible superior 62 y el elemento flexible inferior 61 se fuerzan para que reaccionen en paralelo y por tanto desplacen y giren la misma cantidad. El elemento flexible superior 62 y el elemento flexible inferior 61 comparten el mismo centro de rotación 63 para permitir un rango de desplazamiento angular del tubo de extensión 54 durante el uso. Por tanto, la carga total (debido al aumento de tensión y rotación, presión de fluido y expansión térmica) se distribuye entre el elemento flexible superior 62 y el elemento flexible inferior 61 en proporción a su rigidez relativa. El elemento flexible inferior 61 transfiere su carga directamente en el anillo de soporte inferior 51, mientras que el elemento flexible superior 62 transfiere su carga en el tubo interior 64. El tubo interior 64 transfiere entonces que la carga en la brida de fijación 53 a través de una conexión soldada. La brida de fijación 53 transfiere esta carga a través de otra conexión soldada por debajo del anillo de soporte inferior 51.

[0044] En uso, al transferir fluido de producción desde el buque flotante a la plataforma de exportación (24 en la figura 1), la producción de fluido fluye hacia abajo a través de una abertura 69 en la brida de fijación 53 dentro del tubo interior 64 y llena una cavidad interior 68. A continuación, el fluido de producción fluye desde el tubo interior 64 a través del tubo de extensión 54.

[0045] También es posible utilizar una articulación de tubo flexible como se muestra en la figura 4 en la plataforma de exportación (20 en la figura 1). En este caso, el fluido de producción del pozo aforado fluiría a través del tubo de extensión 54, y después hacia arriba a través del tubo interior 64 y la brida de fijación 53.

[0046] La construcción de la articulación de tubo flexible 27 requiere que se moldeen dos ensamblados por separado. En un proceso de moldeado, el elastómero del elemento flexible inferior 61 se une al anillo de soporte inferior 51 y al tubo de extensión 54 utilizando un anillo de dos piezas dividido (no mostrado). Cuando se completa este proceso de moldeado, las dos piezas del anillo dividido se separan entre sí para quitar el anillo dividido del ensamblado moldeado. Otros detalles relacionados con un molde con este tipo de anillo dividido se encuentran en la

figura 5 y en la columna 5, línea 47 hasta la columna, línea 2 de la patente de EE.UU. de McGregor Nº. 4.708.758 publicada el 24 de noviembre de 1987.

[0047] De manera similar, cuando elemento flexible superior 62es moldeado, el elastómero del elemento flexible superior se une al tubo interior 64 y a la carcasa interior 65. En este caso, sin embargo, no hay necesidad de un anillo dividido porque las formas del tubo interior 64 y la carcasa interior 65 permiten un anillo cónico sólido para utilizarse en el proceso de moldeado.

[0048] La articulación de tubo flexible, como se muestra en la figura 4, está fabricada a partir del ensamblado del elemento flexible inferior 61 y el ensamblado del elemento flexible superior 62, colocando el ensamblado del elemento flexible superior 62 en el ensamblado del elemento flexible inferior 61 y la soldadura de la carcasa interior 65 en la pestaña superior 66 del tubo de extensión 54. En este momento no está el cuerpo cilíndrico 52, de manera que esta soldadura no está obstruida por el cuerpo cilíndrico 52. A continuación, el cuerpo cilíndrico 52 se coloca sobre el anillo de soporte inferior 51 y es soldado al anillo de soporte inferior. Después la brida de fijación 53 se acopla sobre la tubería exterior 64, la tubería exterior es soldada a la brida de fijación, y la brida de fijación es soldada al cuerpo cilíndrico 52.

[0049] La figura 5 muestra una construcción alternativa de una articulación de tubo flexible 100 para facilitar el desmontaje. En este ejemplo, se puede necesitar el desmontaje para reemplazar un fuelle interior 110. El fuelle 110 proporciona una barrera no difusiva entre el fluido de producción transportado por la articulación de tubo flexible 100 y el elastómero del elemento flexible superior 107.

[0050] Durante la construcción de la articulación de tubo flexible 100, cuando el elemento flexible inferior 103 se moldea, se une a la parte inferior del anillo de soporte 101 y al tubo de extensión 104. Cuando la parte superior del elemento flexible 107 se moldea, se une a la carcasa interior 106 y al tubo interior 109. A continuación, el fuelle 110 se une a la carcasa interior 106 y al tubo interior 109. A continuación, la cavidad 111 entre el fuelle 110 y el elemento flexible superior 107 se llena con un fluido incompresible, como propilenglicol o polialquilenglicol.

[0051] El ensamblado del elemento flexible superior 107 se coloca a continuación sobre el ensamblado del elemento flexible inferior 103, y la pestaña superior 105 del tubo de extensión 104 se fija a la carcasa interior 106 mediante una serie de pernos 112. Un anillo de estanqueidad final 113 sella la unión entre la pestaña superior 105 del tubo de extensión 104 y la carcasa interior 106. A continuación, el cuerpo cilíndrico 102 se coloca sobre el anillo de soporte inferior 101 y se fija al anillo de soporte inferior 101 mediante una serie de pernos 114. A continuación, la brida de fijación 108 está montada sobre el tubo interior 109 y el tubo interior 109 está soldado a la brida de fijación 108. A continuación, la brida de fijación 108 se fija al cuerpo cilíndrico 102 mediante una serie de pernos 115.

[0052] Para el desmontaje, los pernos 115 se retiran a fin de que la brida de fijación 108 ya no esté fijada al cuerpo cilíndrico 102. Después la soldadura ente el tubo interior 109 y la brida de fijación 108 se elimina para que la brida de fijación se pueda eliminar del tubo interior. Después los pernos 114 se retiran para que el cuerpo cilíndrico 102 se pueda eliminar del anillo de soporte inferior 101. Después los pernos 112 se retiran para que el ensamblado del elemento flexible superior 107 se pueda eliminar del ensamblado del elemento flexible inferior 103.

[0053] Figura La figura 6 muestra una construcción alternativa para una articulación de tubo flexible 120. En este ejemplo, la articulación de tubo flexible 120 incluye un anillo de soporte inferior 121, un cuerpo cilíndrico 122, un elemento flexible inferior 123, un tubo de extensión 124, un carcasa interior 126, un elemento flexible superior 127, un tubo interior 129 y un brida de fijación 128. La brida superior 125 del tubo de extensión 124 está soldada a la carcasa interior 126, y el tubo interior 129 está soldado a la brida de fijación 128. El cuerpo cilíndrico 122 está atornillado al anillo de soporte inferior 121, y la brida de fijación 128 está atornillada al cuerpo cilíndrico.

[0054] La construcción de la articulación de tubo flexible 120 facilita el desmontaje parcial gracias al desatornillado de la brida de fijación 128 desde el cuerpo cilíndrico 122, deshaciendo la soldadura entre la brida de fijación y el tubo interior 129, eliminando la brida de fijación 128, y desatornillando y retirando el cuerpo cilíndrico 122 del anillo de soporte inferior 121. Tal desmontaje parcial puede ser adecuado para inspeccionar la parte superior del elemento flexible 127 y el elemento flexible inferior 123, y para el acceso a los sensores incorporados en los elementos flexibles. Por ejemplo, los sensores incorporados en un elemento flexible se describen un la patente de EE.UU. de Moses et at. Nº. 5.902.212 publicada el 18 de mayo de 1999.

[0055] Figura La figura 7 muestra una articulación de tubo flexible 130 que incluye además un revestimiento interior superior 141, un revestimiento interior inferior 142, y un anillo de centrado 143. Un elemento flexible elastomérico anular secundario superior 144 está dispuesto entre el anillo de centrado 143 y el forro interior superior 141 y elemento flexible elastomérico anular secundario inferior 145 está dispuesto entre el anillo de centrado 142 y el revestimiento interior inferior. El montaje de la parte superior del revestimiento interior superior 141, el revestimiento interior inferior 142, el anillo de centrado 143, el elemento flexible elastomérico anular secundario superior 144, y elemento flexible elastomérico anular secundario inferior 145 se moldean juntos como una sola unidad.

[0056] Durante el montaje de la articulación de tubo flexible 130, un elemento flexible primario inferior 133 se moldea y se une a un anillo de soporte inferior 131 y a un tubo de extensión 134. Un elemento flexible primario superior 137 se moldea y se une a un carcasa interior 136 y a un tubo interior 139. A continuación, el revestimiento interior inferior

142 del conjunto de revestimiento se inserta en el tubo de extensión 134, y el ensamblado del elemento flexible primario superior 137 se hace descender en posición con el tubo interior 139 montado sobre el revestimiento superior 141 del conjunto de revestimiento de modo que el revestimiento superior 141 se inserta en el tubo interior 139 hasta que la carcasa interior 136 pasa a estar sentado sobre la brida superior 135 del tubo de extensión 134. A continuación, la carcasa interior 136 es soldado a la brida superior 135 del tubo de extensión 134. A continuación, el extremo inferior del revestimiento interior inferior 142 es soldado al extremo inferior del tubo de extensión 134, y el extremo superior del revestimiento interior superior 141 es soldado al extremo superior del tubo interior 139. A continuación, el cuerpo cilíndrico 132 se coloca sobre y se suelda al anillo de soporte inferior 131. A continuación, la brida de fijación 138 se acopla en el tubo interior 139 y se coloca sobre el cuerpo cilíndrico 132, y el extremo superior de la tubería interior es soldado a la brida de fijación. Después la brida de fijación 138 es soldada al cuerpo cilíndrico 132.

[0057] Todos los elementos flexible 133, 137, 144, 145 de la articulación de tubo flexible comparten el mismo centro de rotación 146 para permitir un rango de desplazamiento angular del tubo de extensión 134 durante el uso. Los elementos flexibles secundarios 144, 145, el anillo de centrado 143, el revestimiento superior 141, y el revestimiento inferior 142 aíslan la cavidad exterior 147 del fluido de producción. Esto, a su vez, elimina la carga de presión resultante que de otra manera se introduciría si se permite que la presión del fluido de producción entrara en la cavidad interior 147 y sobre los elementos flexibles primarios 137 y 133. Por lo tanto, el montaje de los revestimientos 141, 142 y el anillo de centrado 143 y los elementos flexibles secundarios 144, 145 funcionan como una unidad de aislamiento de la presión, que crea una redundancia en las juntas entre el fluido de producción y las condiciones ambientales de la articulación de tubo flexible 130.

[0058] La figura 8 muestra una articulación de tubo flexible 150 que tiene una construcción similar a la mostrada en la figura 7, pero que está construida para facilitar el desmontaje parcial. La articulación de tubo flexible 150 incluye un anillo de soporte inferior 151, un cuerpo cilíndrico 152, un elemento flexible primario inferior 153, un tubo de extensión 154, un carcasa interior 156, un elemento flexible primario superior 157, una brida de fijación 158, un tubo interior 159, un revestimiento interior superior 161, un revestimiento interior inferior 162, un anillo de centrado 163, un elemento flexible secundario superior 164 unido entre el revestimiento superior 161 y el anillo de centrado 163, y un elemento flexible secundario inferior 165 unido entre el forro interior inferior 162 y el anillo de centrado 163.

[0059] Para facilitar el desmontaje parcial, el cuerpo cilíndrico 152 se fija al anillo de soporte inferior 151 mediante una serie de tornillos 168, y la brida de fijación 158 se fija al cuerpo cilíndrico mediante una seria de tornillos 169.

[0060] La figura 9 muestra una articulación de tubo flexible 170 con una segunda configuración según la presente invención. En este ejemplo, un cuerpo inferior 171 y un cuerpo superior 172 proporcionan un carcasa exterior para la articulación de tubo flexible 170. Un apoyo a mitad del cuerpo 173 está dispuesto entre la parte inferior del cuerpo 171 y la parte superior del cuerpo 172. Un tubo de extensión 174 se extiende desde la parte inferior del cuerpo 171, y una brida de fijación 175 está montada en la parte superior del cuerpo 172. Estos componentes están hechos, por ejemplo, de una aleación de acero resistente a la corrosión.

[0061] Figura La figura 10 muestra una sección transversal lateral de la articulación de tubo flexible 170. En este ejemplo, el apoyo a mitad del cuerpo 173 está soldado a la parte inferior del cuerpo 171, la parte superior del cuerpo 172 está soldado al apoyo a mitad del cuerpo 173, y la brida de fijación 175 está soldada a la parte superior del cuerpo 172. Un elemento elastomérico flexible anular inferior 176 está unido a la parte inferior del cuerpo 171 y al tubo de extensión 174 para montar el tubo de extensión 174 en la parte inferior del cuerpo 171. Una parte superior del elemento elastomérico anular flexible 177 está unido al soporte a mitad del cuerpo 173 y a una tapa del elemento flexible superior 178. La tapa del elemento flexible superior 178 está hecha, por ejemplo, de una aleación de acero resistente a la corrosión. La tapa del elemento flexible superior 178 está soldada a una pestaña superior 179 del tubo de extensión 174. El elemento flexible inferior 176 y el elemento flexible superior 177 comparten un centro de rotación común 181, a fin de permitir un desplazamiento angular libre del tubo de extensión 174 alrededor del centro de rotación común.

[0062] En esta segunda configuración, el elemento flexible inferior 176 y el elemento flexible superior 177 están en lados opuestos del centro de rotación común 181, y tanto el elemento flexible inferior como el elemento flexible superior rodean el tubo de extensión 174. Debido a que el tubo de extensión 174 y la tapa del elemento flexible superior 178 se unen entre sí, el elemento flexible inferior 176 y el elemento flexible superior 177 se ven obligados a desplazar y girar la misma cantidad. Por tanto, la carga total en la articulación de tubo flexible 170 (debido al aumento de tensión y rotación, presión de fluido y expansión térmica) se distribuye entre el elemento flexible inferior 176 y el elemento flexible superior 177 en proporción a su rigidez relativa. El elemento flexible inferior 176 transfiere su carga directamente dentro de la cavidad inferior 171, mientras que el elemento flexible superior 177 transfiere su carga a través del soporte a mitad de cuerpo 173 dentro del cuerpo inferior 171.

[0063] En uso, al transferir fluido de producción desde una buque flotante a través de la articulación de tubo flexible 170 a una plataforma de exportación que incluye el tubo de extensión 174, el fluido de producción fluye hacia abajo a través de la brida de fijación 175 y llena una cavidad exterior superior 182. El fluido de producción desemboca en la tapa del elemento flexible superior 178 y luego hacia abajo a través del tubo de extensión 174. [0064] También es posible utilizar la articulación de tubo flexible 170 en una plataforma de producción, incluyendo el tubo de extensión

174. En este caso, el fluido de producción de un pozo aforado fluiría hacia arriba a través del tubo de extensión 174, y luego hacia arriba a través de la tapa de del elemento de extensión flexible superior 178 y a través de la brida de fijación 175.

[0065] Durante la fabricación de la articulación de tubo flexible 170, cuando el elemento flexible inferior 176 se moldeado, el elastómero del elemento inferior se une a al cuerpo inferior 171 y al tubo de extensión 174. Un molde convencional de dos piezas anclado entre el tubo de extensión 174 y el cuerpo inferior 171 proporciona una cavidad anular para contener material de elastómero y los refuerzos durante el proceso de modelación del elemento flexible inferior 176. Cuando el elemento flexible superior 177 se moldea, el elastómero del elemento superior se une al soporte de medio cuerpo 173 y a la tapa del elemento flexible superior 178. En este caso, un molde de dos piezas plegable o de protección anclado entre la tapa del elemento flexible superior 178 y el apoyo a mitad del cuerpo 173 proporciona una cavidad anular para contener material de elastómero y refuerzos durante el proceso de modelación del elemento flexible superior 177. A continuación, el montaje de del elemento flexible superior 177 (unido al apoyo a mitad del cuerpo 173 y la tapa del elemento flexible superior 178) se monta en el ensamblado del elemento flexible inferior 176 (unido a la parte inferior del cuerpo 171 y al tubo de extensión 174) . A continuación, la tapa elemento flexible superior 178 es soldada a la pestaña superior 179 del tubo de extensión 174, y el apoyo a mitad del cuerpo 173 es soldada a al cuerpo inferior 171. A continuación, el cuerpo superior 172 es soldado al soporte a mitad del cuerpo 173, y la brida de fijación 175 es soldada al cuerpo superior 172.

[0066] La figura 11 muestra una articulación de tubo flexible 190 con una segunda configuración mostrada en la figura 10, pero está construida para facilitar el desmontaje parcial. La articulación de tubo flexible 190 tiene un cuerpo inferior 191, un cuerpo superior 192, un soporte a medio cuerpo 193, un tubo de extensión 194 y una brida de fijación 195. Un elemento flexible elastomérico anular inferior 196 está unido al cuerpo inferior 191 y al tubo de extensión 194, y un elemento flexible elastomérico anular superior 197 está unido al soporte a mitad del cuerpo 193 y a una tapa del elemento flexible superior 198.

[0067] El desmontaje de la articulación de tubo flexible 190 puede ser aconsejable para reemplazar un fuelle interior 201. El fuelle 201 proporciona una barrera no difusiva entre el fluido de producción transportado por la articulación de tubo flexible 190 y el elastómero del elemento flexible superior 197.

[0068] Para facilitar el desmontaje, en lugar de soldar las piezas de metal juntas, una serie de pernos 203 sujetan la tapa superior del elemento flexible 198 a la pestaña superior 199 del tubo de extensión 194, y una serie de pernos 204 sujetan la brida de fijación 195, el cuerpo superior 192, y el apoyo a mitad del cuerpo 193 en el cuerpo inferior. Una junta de estanqueidad final 205 sella la articulación entre la tapa del elemento flexible superior 198 y la pestaña superior 199 del tubo de extensión 194. Una junta de estanqueidad final 206 sella la articulación entre la brida de fijación 195 y el cuerpo superior 192. Una junta de estanqueidad final 207 sella la articulación entre el cuerpo superior 192 y el apoyo a mitad del cuerpo 193. Una junta de estanqueidad final 208 sella de la articulación entre el apoyo a mitad del cuerpo 193 y el cuerpo inferior 191.

[0069] Durante la construcción de la articulación de tubo flexible 190, el elemento flexible inferior 196 es moldeado y unido al cuerpo 191 y al tubo de extensión 194. El elemento flexible superior 197 se moldeado y unido al soporte a mitad de cuerpo 193 y a la tapa del elemento flexible superior 198. A continuación, el fuelle 110 se une soporte a mitad de cuerpo 193 y la tapa del elemento flexible superior 198. A continuación, la cavidad 202 entre el fuelle 201 y el elemento flexible superior 197 se llena con un fluido incompresible, como propilenglicol o polialquilenglicol. A continuación, un anillo de estanqueidad final 205 se coloca en la brida superior 199 del tubo de extensión 194, el anillo de estanqueidad final 208 se coloca en el cuerpo inferior 191, y el conjunto del elemento flexible superior 197 se ajusta sobre la brida superior 199 del tubo de extensión 194 y se fija en su lugar con los tornillos 203. A continuación, el anillo de estanqueidad final 207 se coloca en el soporte a mitad del cuerpo 193, y el cuerpo superior 192 se coloca en el soporte a mitad de cuerpo. El anillo de estanqueidad final 206 se coloca en el cuerpo superior 192, y la brida de fijación 195 se coloca en el cuerpo superior 192 y se fija en su lugar con los tornillos 204.

[0070] La figura 12 muestra una articulación de tubo flexible 210 con una tercera configuración según la presente invención. La articulación de tubo flexible 210 tiene un carcasa exterior 211, un tubo de extensión 212, una brida de fijación 213. Para acoplar la articulación de tubo flexible 210 en un tubo de entrada 214, una pestaña 215 del tubo de entrada es atornillada a la brida de fijación 213. Para acoplar la articulación de tubo flexible 210 a una plataforma 212, el tubo de extensión es soldado a la plataforma. Estos componentes están hechos, por ejemplo, de una aleación de acero resistente a la corrosión.

[0017] La figura 13 muestra una sección transversal lateral de la articulación de tubo flexible 210. En este ejemplo, la brida de sujeción 213 está soldada a la carcasa exterior 211. Un elemento flexible elastomérico anular inferior 221 está unido a la carcasa exterior 211 y a una camisa de extensión 222. un elemento flexible elastomérico anular superior 223 está unido a la carcasa interior 224 y a una pestaña superior 225 del tubo de extensión 212. La carcasa interior 224 y la camisa de extensión 22 están hechas, por ejemplo, de una aleación de acero resistente a la corrosión. La carcasa interior 224 está soldada a la brida de fijación 213, y la camisa de extensión 222 está soldada al tubo de extensión 212. El elemento flexible inferior 221 y el elemento flexible superior 223 comparten un centro común de rotación 226, a fin de permitir un rango de desplazamiento angular del tubo de extensión 212 por la rotación alrededor del centro de rotación común de los elementos flexibles.

[0072] En esta tercera configuración, el elemento flexible inferior 221 y el elemento flexible superior 223 están en el mismo lado del centro de rotación común 226, y tanto el elemento flexible inferior como el elemento flexible superior rodean el tubo de extensión 212. Para utilizar elementos flexibles similares en este caso, el elemento flexible superior 223 más cercano al centro de rotación común 226 está anidado dentro del elemento flexible inferior 221 de tal manera que una porción del elemento flexible superior 223 está situada entre el centro de rotación común 226 y una porción del elemento flexible inferior 221. Debido a que el tubo de extensión 212 y la camisa de la extensión 222 están unidos entre sí, el elemento flexible inferior 221 y el elemento flexible superior 223 se ven obligados a desplazar y girar la misma cantidad. Por tanto, la carga total en la articulación de tubo flexible 210 (debido al aumento de tensión y rotación, presión de fluido y expansión térmica) se distribuye entre el elemento flexible inferior 221 y el elemento flexible superior 223 en proporción a su rigidez relativa. El elemento flexible inferior 221 transfiere su carga directamente dentro de la cavidad exterior 211, mientras que el elemento flexible superior 223 transfiere su carga a través de la carcasa interior 224 hasta la brida de sujeción 213 y desde la brida de fijación hasta la carcasa exterior.

[0073] Durante el uso, al transferir el fluido de producción desde un buque flotante a través de la articulación de tubo flexible 210 a una plataforma de exportación, el fluido de producción fluye desde la tubería de entrada 214 hacia abajo por la brida de fijación 213 hacia abajo por la tubería de extensión 212 hasta la plataforma.

[0074] También es posible utiliza la articulación de tubo flexible 210 en una plataforma de producción. En este caso, el fluido de producción del pozo aforado fluiría por de la plataforma 216, y después hacia arriba a través del tubo de extensión 212 y de la brida de fijación 213.

[0075] Durante la fabricación de la articulación de tubo flexible 210, cuando el elemento flexible inferior 221 se moldea, el elastómero del elemento flexible inferior se une a la carcasa exterior 211 y a la camisa de extensión 222. Un molde convencional de dos piezas fijado entre la chaqueta de extensión 222 y la carcasa exterior 211 proporciona una cavidad anular para contener el material de elastómero y los refuerzos durante el proceso de modelación del elemento flexible inferior 221. Cuando el elemento flexible superior 223 se moldea, el elastómero del elemento flexible superior se une a la carcasa interior 224 y a la brida superior 225 del tubo de extensión 212. Un molde convencional de dos piezas anclado entre la brida superior 225 y la carcasa interior 224 proporciona una cavidad anular para contener material de elastómero y refuerzos durante el proceso de modelación del elemento flexible superior 223. A continuación, la brida de fijación 213 se acopla en la carcasa interior 224 y es soldada a la carcasa interior. A continuación, el ensamblado de la brida de fijación 213, la carcasa interior 224, el elemento flexible superior 223, y el tubo de extensión 212 se montan sobre el conjunto de la camisa de la extensión 222, el elemento flexible inferior 221, y la carcasa exterior 211. A continuación, el extremo inferior de la camisa de extensión 222 es soldado al tubo de la extensión 212, y la brida de unión 213 es soldada a la carcasa exterior 211.

[0076] La figura 14 muestra una articulación de tubo flexible 230 con la segunda configuración mostrada en la figura 13, pero construida para facilitar el desmontaje. La articulación de tubo flexible 230 tiene un carcasa exterior 231, un tubo de extensión 232 y una brida de fijación 233. Un elemento flexible elastomérico anular inferior 241 está unido a la carcasa exterior 231 y a una chaqueta de extensión 242. Un elemento flexible elastomérico anular superior 243 está unido a un carcasa interior 244 y a una pestaña superior 235 del tubo de extensión 232.

[0077] El desmontaje de la articulación de tubo flexible 230 puede ser aconsejable para reemplazar un fuelle interior 251. El fuelle 251 proporciona una barrera no difusiva entre el fluido de producción transportado por la articulación de tubo flexible 230 y el elastómero del elemento flexible superior 243.

[0078] Para facilitar el desmontaje, en lugar de soldar muchas de las piezas de metal juntas, una serie de pernos 252 sujetan la brida de fijación 233 a la carcasa interior 244, y una serie de pernos 253 sujetan la brida de fijación 233 a la carcasa exterior 231. Un anillo de estanqueidad final 254 sella la unión entre la brida de fijación 233 y la carcasa interior 244. Un anillo de estanqueidad final 255 sella la unión entre la brida de fijación 233 y la carcasa exterior 231. Además, la articulación flexible 230 se une a la plataforma 236 atornillando una pestaña inferior 237 del tubo de extensión 232 a una pestaña superior 238 de la plataforma 236.

[0079] Durante la fabricación de la articulación de tubo flexible 230, el elemento flexible inferior 241 se moldea y el elastómero del elemento flexible inferior se une a la carcasa exterior 231 y a la camisa de extensión 242. El elemento flexible superior 243 se moldea y elastómero del elemento flexible superior se unido a la carcasa interior 244 y a la brida superior 235 del tubo de extensión 232. A continuación, el fuelle 251 se une a la carcasa interior 244 y a la brida superior 235 del tubo de extensión 232. A continuación, una cavidad 256 entre el fuelle 251 y el elemento flexible superior 243 se llena con un fluido incompresible, como propilenglicol o polialquilenglicol. A continuación, el ensamblado del elemento flexible superior 232 y el tubo de extensión 231 se montan sobre el conjunto de la camisa de extensión 241, el elemento flexible inferior 242, y la carcasa exterior 232. A continuación, el extremo inferior de la camisa de extensión 222 es soldado al tubo de la extensión 233. Después la brida de unión 231 se coloca en la carcasa interior 244 y sobre la carcasa exterior 231 y se fija en su lugar con los tornillos 252 y 253.

[0080] La figura 15 muestra otra articulación de tubo flexible 260. La articulación de tubo flexible tiene un carcasa exterior 261, un tubo de extensión 262 y una brida de fijación 263. Para acoplar la articulación de tubo flexible 260 en un tubo de entrada 264, una pestaña 265 del tubo de entrada es atornillada a la brida de fijación 263. Para

acoplar la articulación de tubo flexible 260 a una plataforma 266, el tubo de extensión 262 es soldado a la plataforma. Un elemento elastomérico flexible anular inferior 271 se une a la carcasa exterior 261 y a una chaqueta de extensión 272. Un elemento elastomérico flexible anular superior 273 se une a la carcasa interior 274 y a una pestaña superior 275 del tubo de extensión 262. La carcasa interior 274 está soldada a la brida de fijación 263, y el extremo inferior de la camisa de extensión 272 está soldado al tubo de extensión 262.

[0081] La construcción de la articulación de tubo flexible 260 de la figura 15 es similar a la articulación de tubo flexible 210 de la figura 13, excepto porque la brida de fijación 263 se atornilla en lugar de soldarse a la carcasa exterior 261. Aunque no es necesario durante el funcionamiento, un anillo de estanqueidad final 276 sella la unión entre la brida de fijación 263 y la carcasa exterior 261, y una serie de pernos 277 aseguran la brida de fijación en la carcasa exterior.

[0082] A pesar de las diversas realizaciones de la invención se han descrito anteriormente y se han utilizado como una articulación de tubo flexible para una plataforma, se debe entender que estas realizaciones también se podrían utilizar como una articulación flexible para un tendón. En este caso, el tendón se soldaría o se fijaría de algún otro modo al tubo de extensión. Generalmente no habría necesidad de transportar fluido a través de la articulación flexible hacia o desde el tendón, de modo que la abertura en la brida de fijación se podría realizar con una placa, una cubierta o una tapa sin abertura montada en la carcasa exterior de la articulación flexible en lugar de la brida de fijación.

[0083] En vista de todo lo anterior, se ha descrito una articulación de tubo flexible que tiene una extensión montada en una carcasa para el desplazamiento angular de la extensión respecto a la carcasa. Dos o más elementos flexibles elastoméricos anulares se apilan de manera coaxial y se unen para montar mecánicamente la extensión de la carcasa de modo que los elementos flexibles reaccionan en paralelo a los desplazamientos angulares y axiales de la extensión con respecto a la carcasa de tal manera que, en particular, la carga de tracción sobre la extensión coloca cada uno de los elementos flexibles en compresión para dividir y compartir la carga de tracción entre los elementos flexibles, en proporción a sus rigideces axiales relativas. Por tanto, para una carcasa con un tamaño o superficie determinado, la capacidad de carga total aumenta, y la vida útil de la articulación flexible aumenta con una capacidad de carga determinada. Los elementos flexibles pueden tener diferentes tamaños y composiciones, y pueden terne un centro de rotación común; y los elementos flexibles se pueden disponer en el mismo lado del dentro de rotación o en lados opuestos.

REIVINDICACIONES

1. Articulación flexible (27) que comprende:

un carcasa exterior (51, 52);
una extensión (54) que se extiende desde la carcasa exterior;
un primer elemento flexible elastomérico anular (61) montando la extensión a la carcasa exterior para el desplazamiento angular de la extensión con respecto a la carcasa exterior; y
al menos un segundo elemento flexible elastomérico anular (62) acoplado entre la extensión y la carcasa exterior;

en el que el primer y segundo elementos flexibles, están apilados de manera coaxial y están unidos mecánicamente de manera que el primero y segundo elementos flexibles, reaccionan en paralelo a ambos desplazamientos angulares (θ) y desplazamientos axiales de la extensión con respecto a la carcasa exterior, de manera que la carga de tracción sobre la extensión con respecto a la carcasa exterior coloca a cada uno del primer y segundo elemento flexible en compresión para dividir y compartir la carga de tracción entre el primer y segundo elemento flexible en proporción a la rigidez axial relativas del primer y segundo elemento flexible.

2. Articulación flexible según la reivindicación 1, en el que la extensión es un tubo, la carcasa exterior tiene un primer extremo y un segundo extremo, la extensión se extiende desde el segundo extremo de la carcasa exterior, la articulación de tubo flexible incluye además una brida de fijación (53) montado en el primer extremo de la carcasa exterior, y la brida de fijación define una abertura (69) de un canal a través de la carcasa exterior y a través del primer y segundo elemento flexible para el paso de fluido hacia o desde la extensión.

3. Articulación flexible según la reivindicación 1, en la que el primer elemento flexible es sustancialmente idéntico al segundo elemento flexible, de modo que la rigidez axial relativa del primer elemento flexible es substancialmente igual a la rigidez axial relativa del segundo elemento flexible y cada uno del primer y segundo elemento flexible lleva aproximadamente la mitad de la carga de tensión a la extensión respecto a la carcasa exterior.

4. Articulación flexible según la reivindicación 1, en la que el primer elemento flexible y el segundo elemento flexible tienen un centro de rotación común (63).

5. Articulación flexible según la reivindicación 4, en la que el centro de rotación común se encuentra entre el primer elemento flexible y el segundo elemento flexible.

6. Articulación flexible según la reivindicación 5, en la que una conexión mecánica (64) del segundo elemento flexible a la carcasa exterior pasa por el segundo elemento flexible de modo que la conexión mecánica está rodeada por el segundo elemento flexible.

7. Articulación flexible según la reivindicación 5, en la que una la extensión (174) pasa por el segundo elemento flexible (177) para conectar el segundo elemento flexible de modo que la extensión está rodeada por el segundo elemento flexible.

8. Articulación flexible según la reivindicación 4, en la que al menos una porción del segundo elemento flexible (223) se encuentra entre el centro de rotación común (226) y al menos una porción del primer elemento flexible (221).

9. Articulación flexible según la reivindicación 1, en la que la extensión y la carcasa exterior están hechos de metal, el elastómero del primer elemento flexible está unido a la extensión y unido a una pieza (51) de la carcasa exterior, y el elastómero del segundo elemento flexible está unido a la primera pieza de metal (65) y unido a una segunda pieza de metal (64), y la primera pieza de metal está fijada a la extensión, y la segunda pieza de metal está fijada a la carcasa exterior.

10. Articulación flexible según la reivindicación 9, en la que una la primera pieza de metal (65) pes una carcasa exterior y el segundo elemento flexible está dispuesta dentro de la carcasa interna, y la segunda pieza de metal pasa por el segundo elemento flexible de modo que la segunda pieza de metal está rodeada por el segundo elemento flexible.

11. Articulación flexible según la reivindicación 9, en la que la extensión (174) pasa por el primer elemento flexible (176) y a través del segundo elemento flexible (177) de modo que el primer elemento flexible rodea la extensión y el segundo elemento flexible rodea la extensión, la extensión tiene una pestaña (179) acoplada a la primera pieza de metal (178) y la segunda pieza de metal (173) está dispuesta entre dos piezas (171, 172) de la carcasa exterior.

12. Articulación flexible según la reivindicación 1, en la que la extensión (174) pasa por el del primer elemento flexible (176) y por el segundo elemento flexible (177) de modo que el primer elemento flexible rodea la extensión y el segundo elemento flexible rodea la extensión, la extensión y la carcasa exterior están hechas de metal, el elastómero del primer elemento flexible está unido a la extensión y unido a una primera pieza de metal (171), y el elastómero del segundo elemento flexible está unido a una segunda pieza de metal (178) y unido a una pieza (173)

de la carcasa exterior, y la primera pieza de metal está fijada a la carcasa exterior, y la segunda pieza de metal está fijada a la extensión.

13. Articulación flexible según la reivindicación 2, en el que el primer elemento flexible (61) está dispuesto dentro de la carcasa exterior (51, 52) y monta la extensión en la carcasa exterior para el desplazamiento angular de la extensión con respecto a la carcasa exterior, la extensión pasa a través del primer elemento flexible de modo que el primer elemento flexible rodea la extensión, la articulación flexible incluye además un tubo interior (64) dispuesto dentro de la carcasa exterior y montado en la brida de fijación (53) y proporciona un canal desde la abertura (69) en la brida de fijación a la extensión para el paso de fluido a través de la articulación flexible, la articulación flexible incluye además una carcasa interior (65) dispuesta dentro de la carcasa exterior y se fija a la extensión, y el segundo elemento flexible (62) está dispuesto dentro de la carcasa exterior y dispuesto dentro de la carcasa interior y monta el tubo interior a la carcasa interior, y el tubo interior pasa a través del segundo elemento flexible de manera que el segundo elemento flexible rodea el tubo interior.

14. Articulación flexible según la reivindicación 13, en la que el elastómero del primer elemento flexible está unido al tubo de extensión y unido a una pieza (51) de la carcasa exterior, y el elastómero del segundo elemento flexible está unida al tubo interior e unido a la carcasa interior.

15. Articulación flexible según la reivindicación 2, en la que el primer elemento flexible está dispuesto dentro de la carcasa exterior y monta la extensión en la carcasa exterior para el desplazamiento angular de la extensión respecto a la carcasa exterior, la extensión (174) pasa por el primer elemento flexible (176) de modo que el primer elemento flexible rodea la extensión, el segundo elemento flexible (177) está dispuesto dentro de la carcasa exterior y monta la extensión en la carcasa exterior, y la extensión pasa por el segundo elemento flexible de modo que el segundo elemento flexible rodea la extensión.

16. Articulación flexible según la reivindicación 15, en la que el elastómero del primer elemento flexible está unido al tubo de extensión y unido a una pieza (171) de la carcasa exterior, y el elastómero del segundo elemento flexible está unido a una tapa (178) y unido a un soporte a mitad de cuerpo (173), la tapa está fijada al tubo de extensión, y el soporte a mitad de cuerpo está dispuesto entre piezas (171, 172) de la carcasa exterior.

17. Articulación flexible según la reivindicación 15, en la que el primer elemento flexible (223) está unido al tubo de extensión (212) y unido a una carcasa interior (224) fijada a la brida de fijación (213), el primer elemento flexible está dispuesto dentro de la carcasa interna, el elastómero del segundo elemento flexible (221) está unido a una pieza (211) de la carcasa exterior y unido a una camisa de extensión (222), la camisa de extensión pasa por el segundo elemento flexible de modo que el segundo elemento flexible rodea la camisa de extensión, y la camisa de extensión está fijada al tubo de extensión.

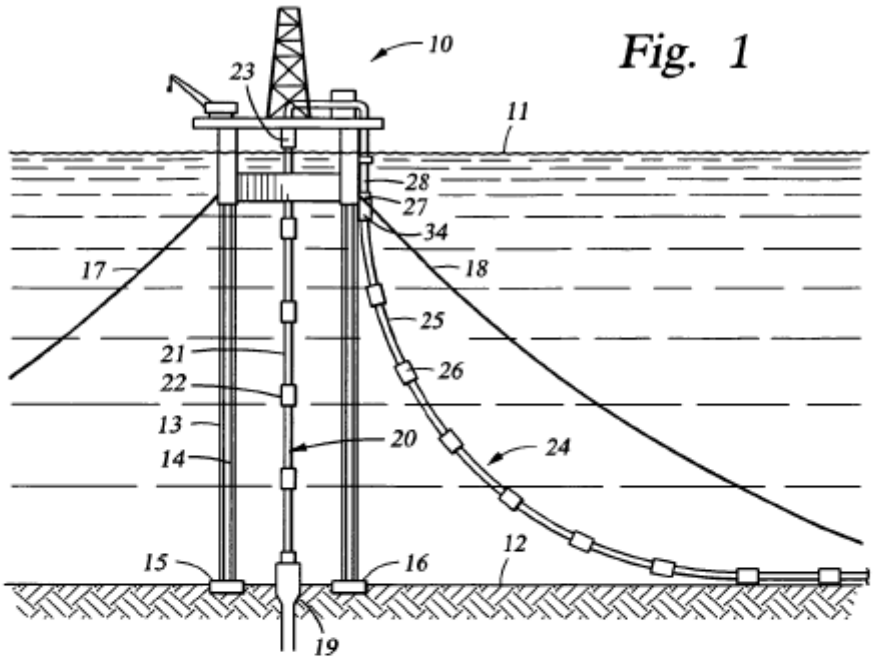
10
23
11
28
27
34
17
18
25
21
26
22
13
20
24
14
12
15
16
19

Fig. 1

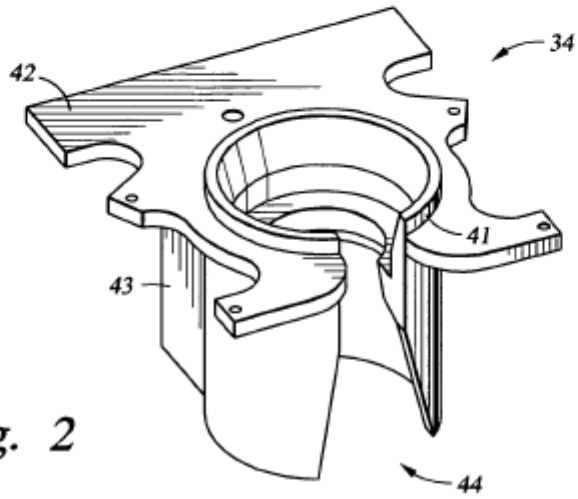
34
42
41
43
44

Fig. 2

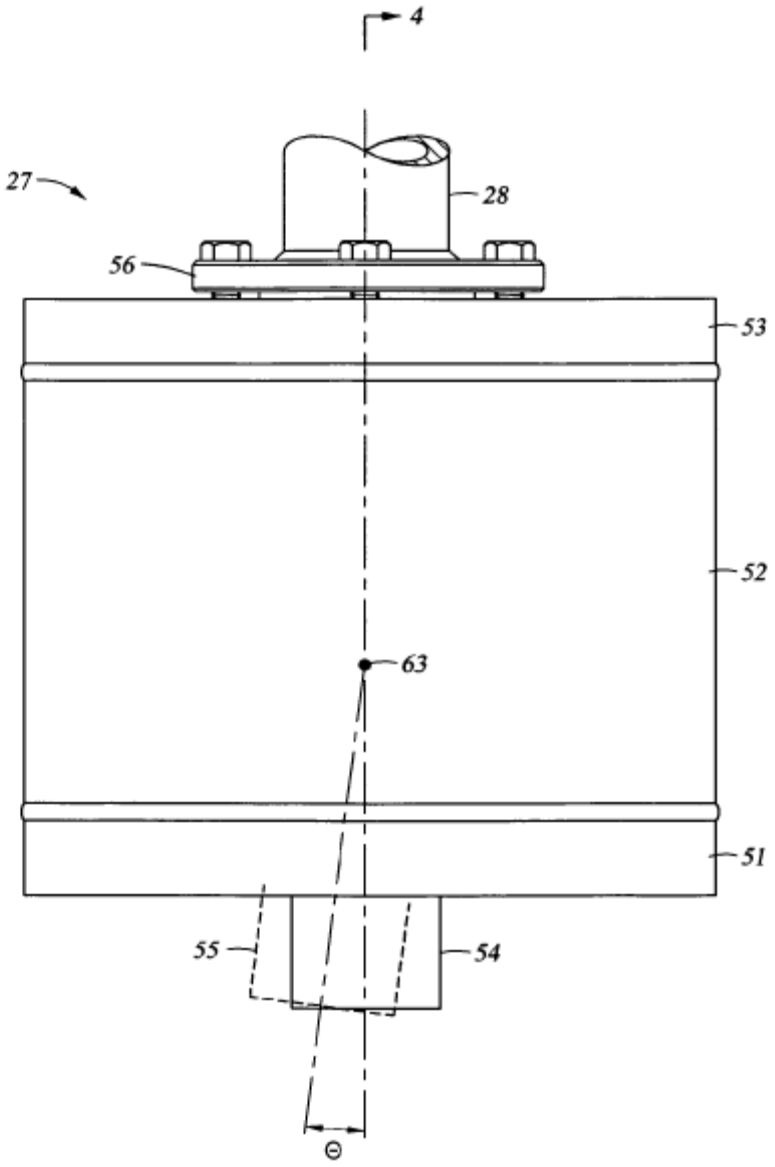

Fig. 3

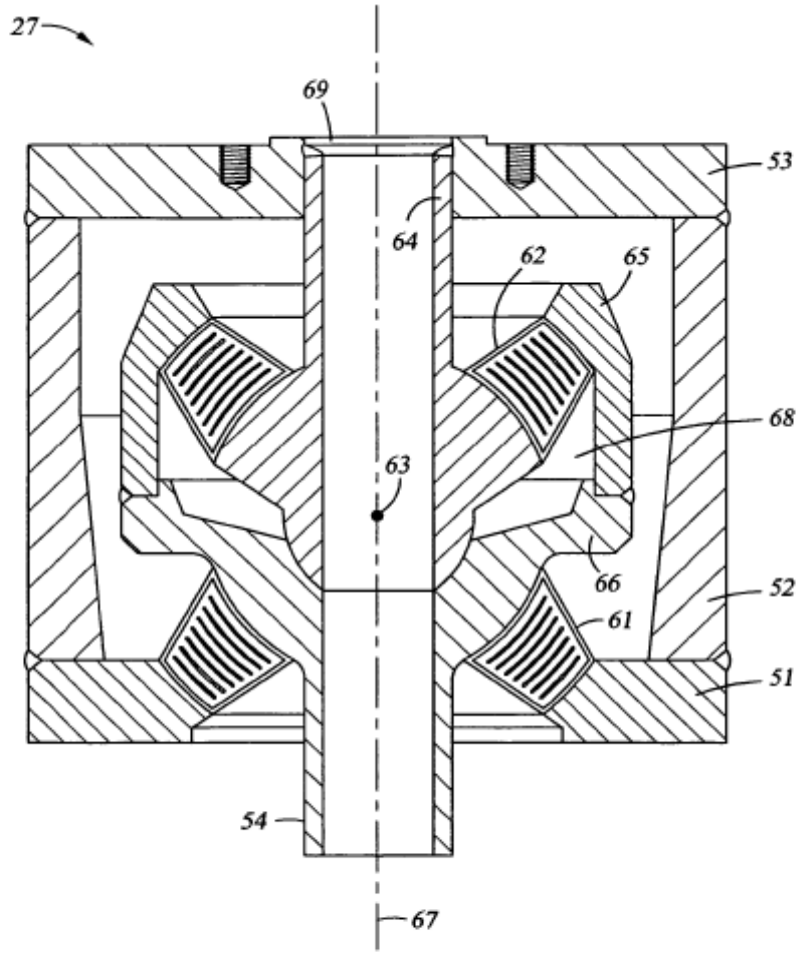

Fig. 4

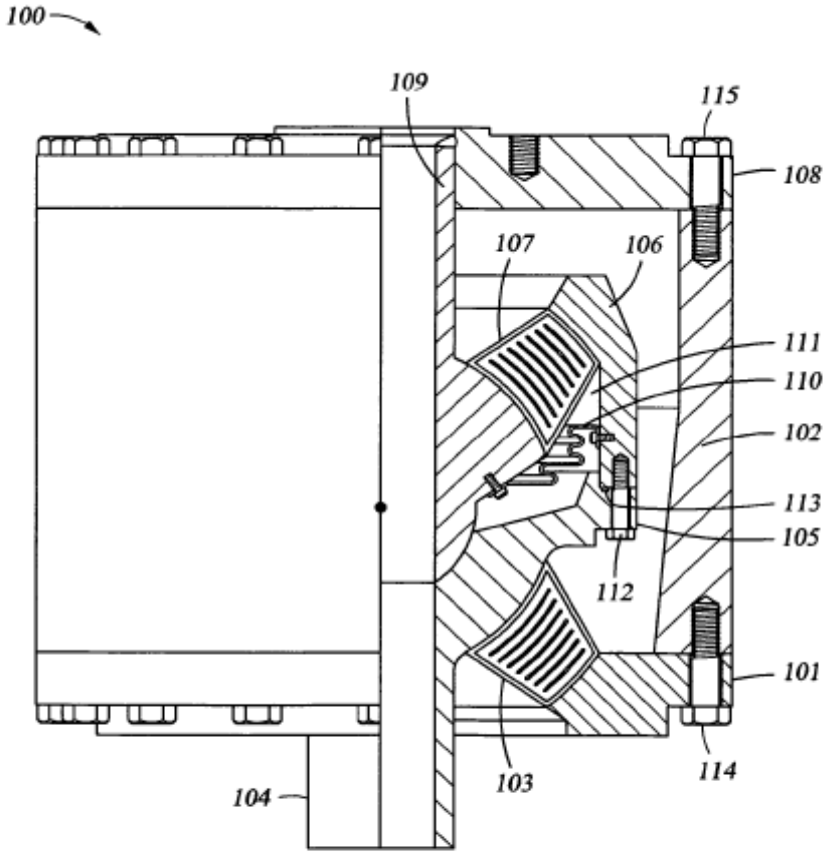

Fig. 5

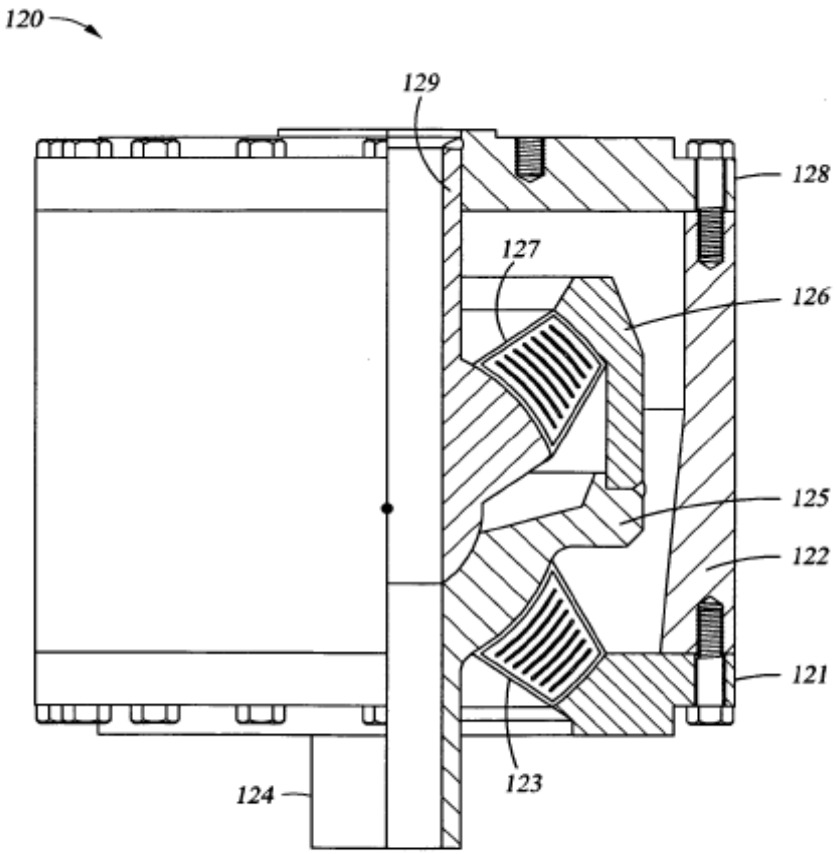

Fig. 6

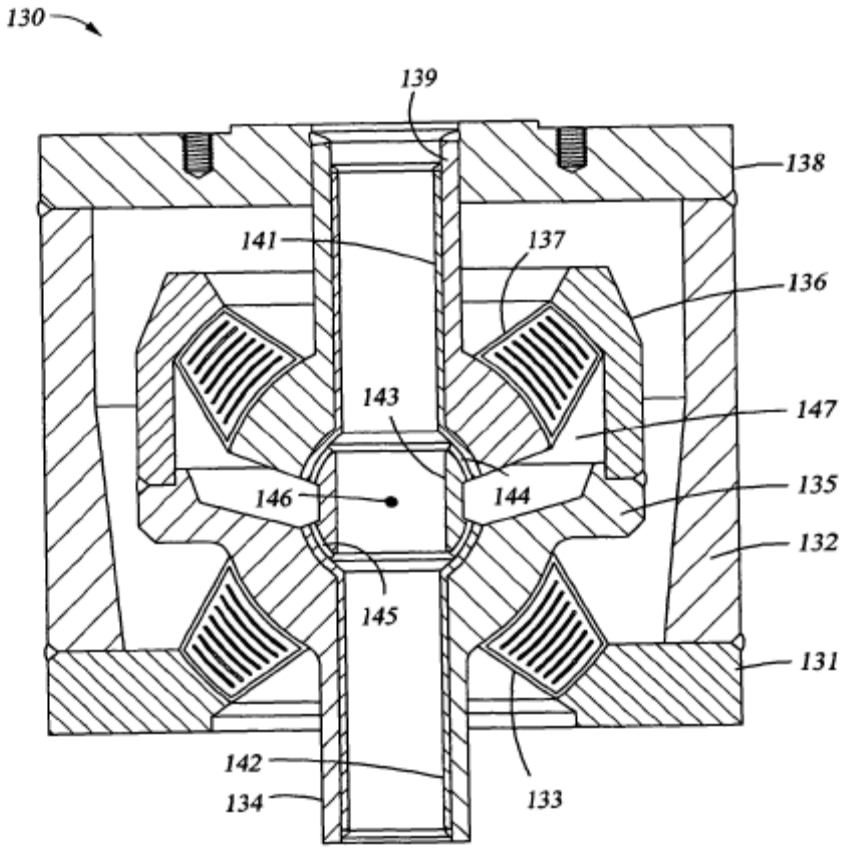
130
139
138
141
137
136
143
147
146
144
135
132
145
131
142
134
133

Fig. 7

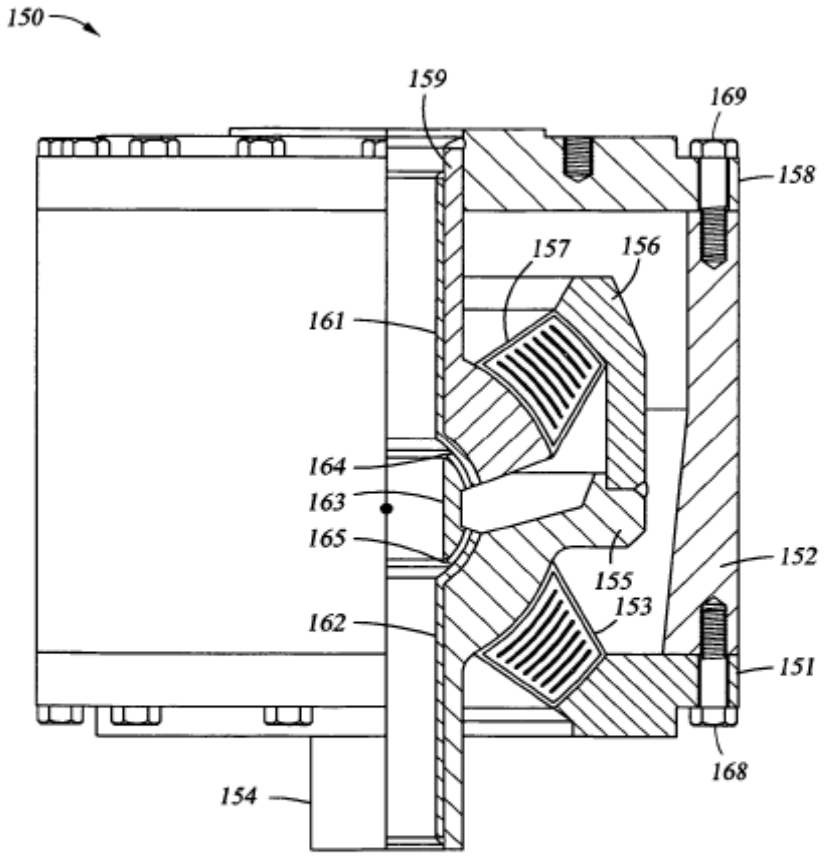
150
159
169
158
157
156
161
164
163
165
155
153
152
162
151
168
154

Fig. 8

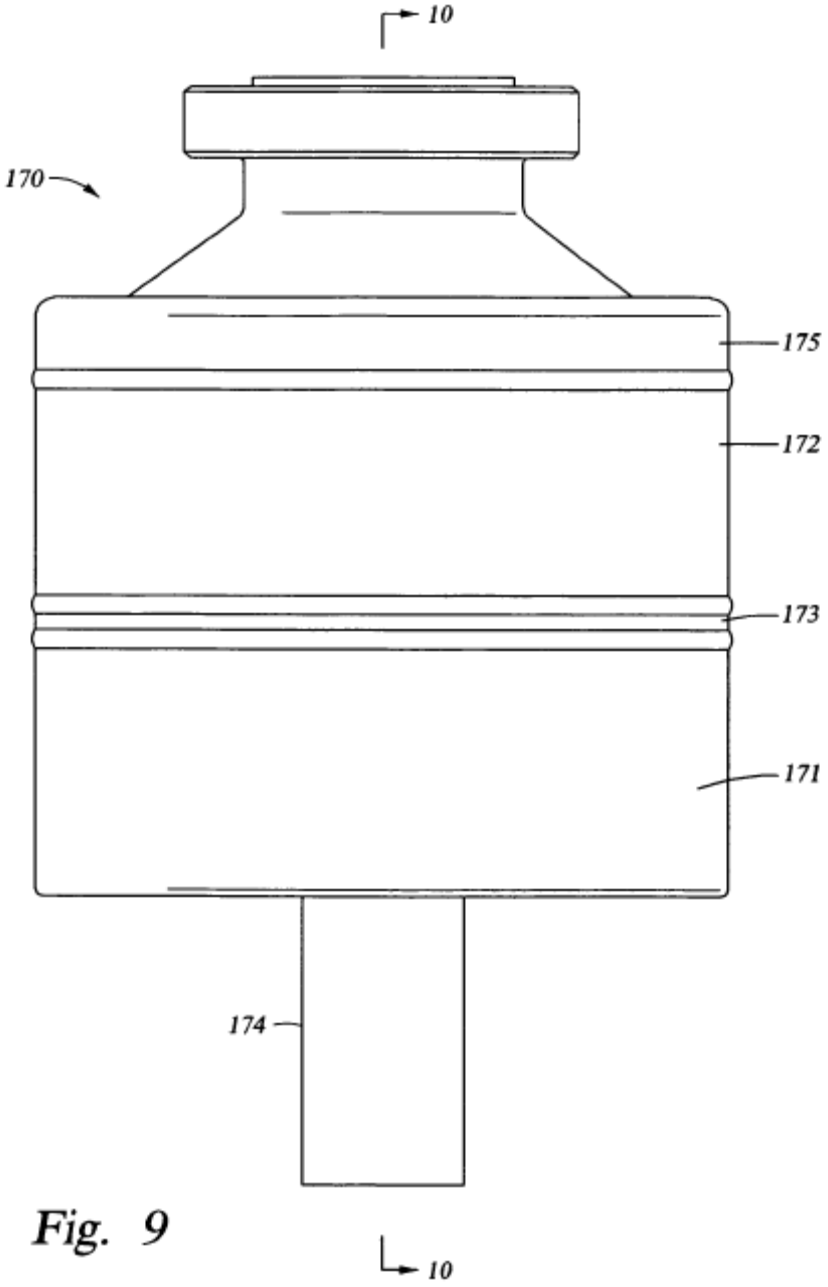

Fig. 9

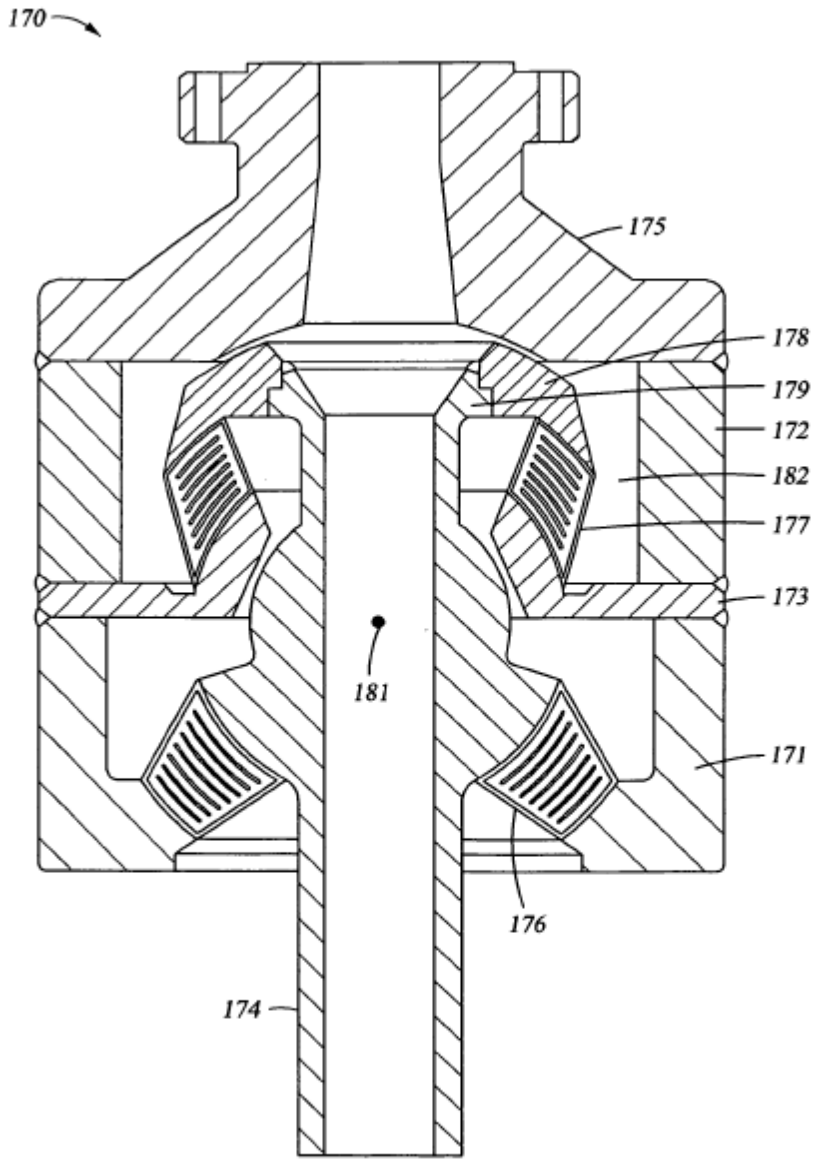

Fig. 10

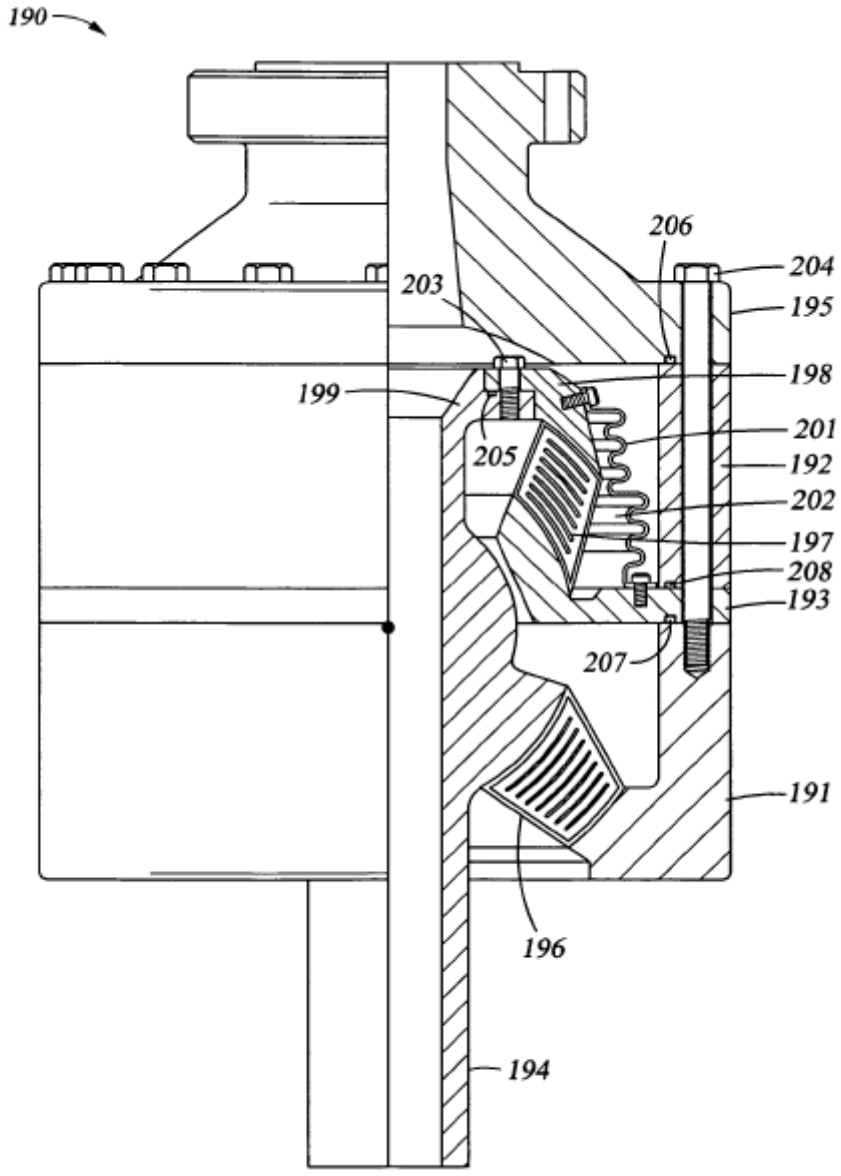
190
206
204
203
195
199
198
201
205
192
202
197
208
193
207
191
196
194

Fig. 11

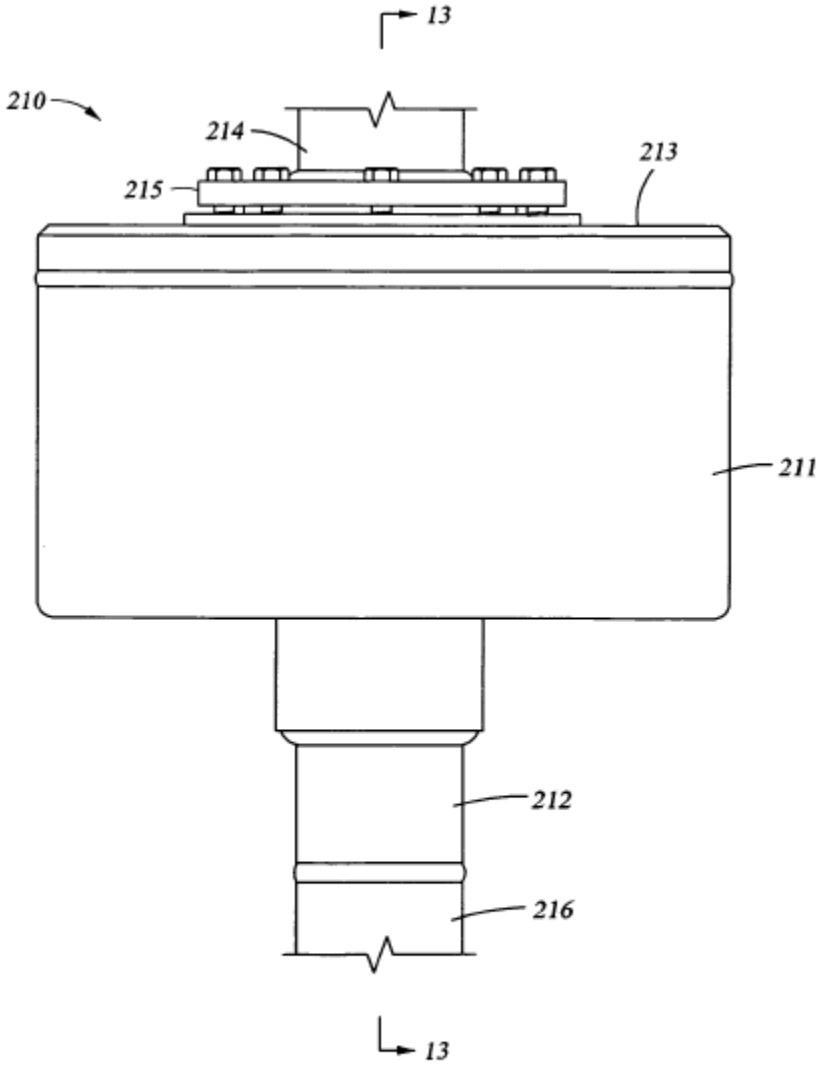

Fig. 12

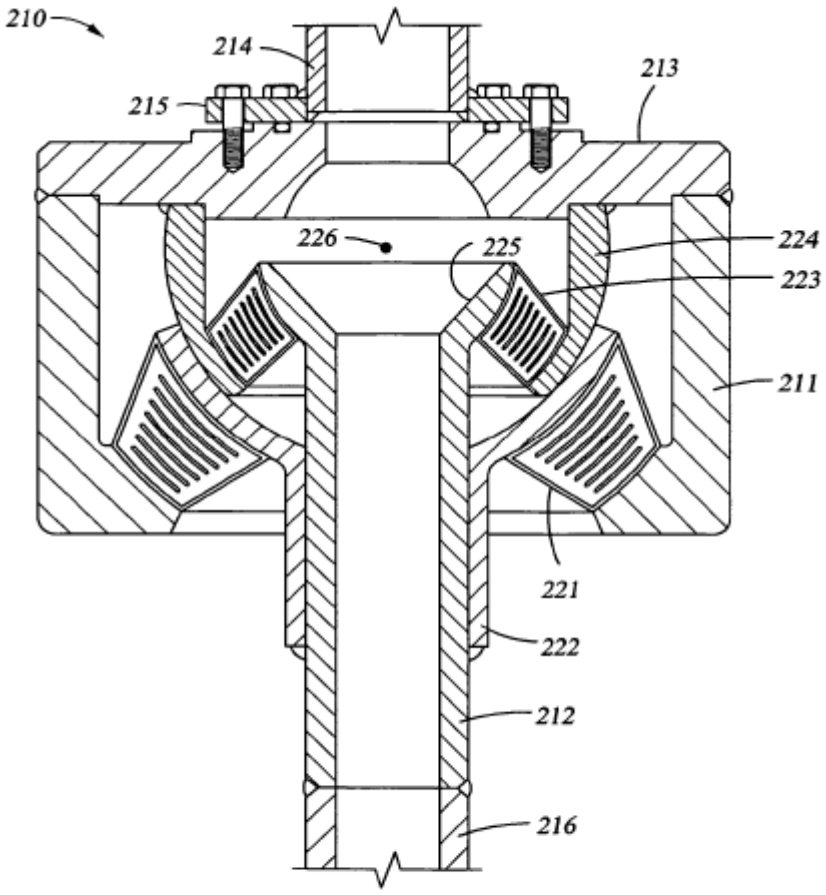

Fig. 13

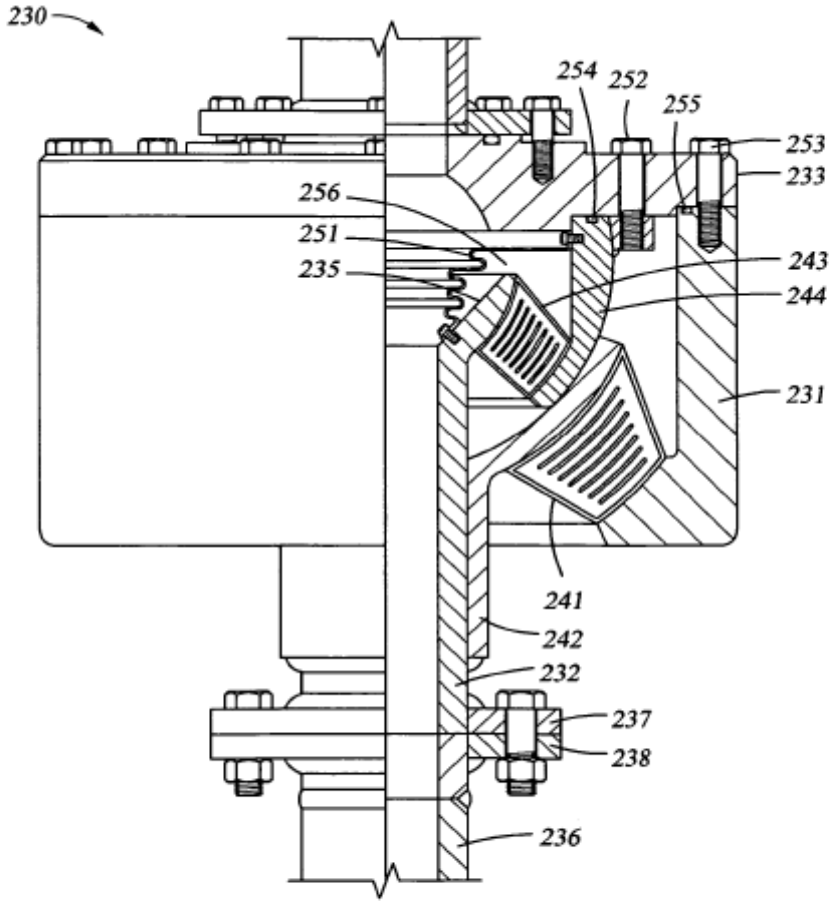
230
254
252
255
253
233
256
251
235
243
244
231
241
242
232
237
238
236

Fig. 14

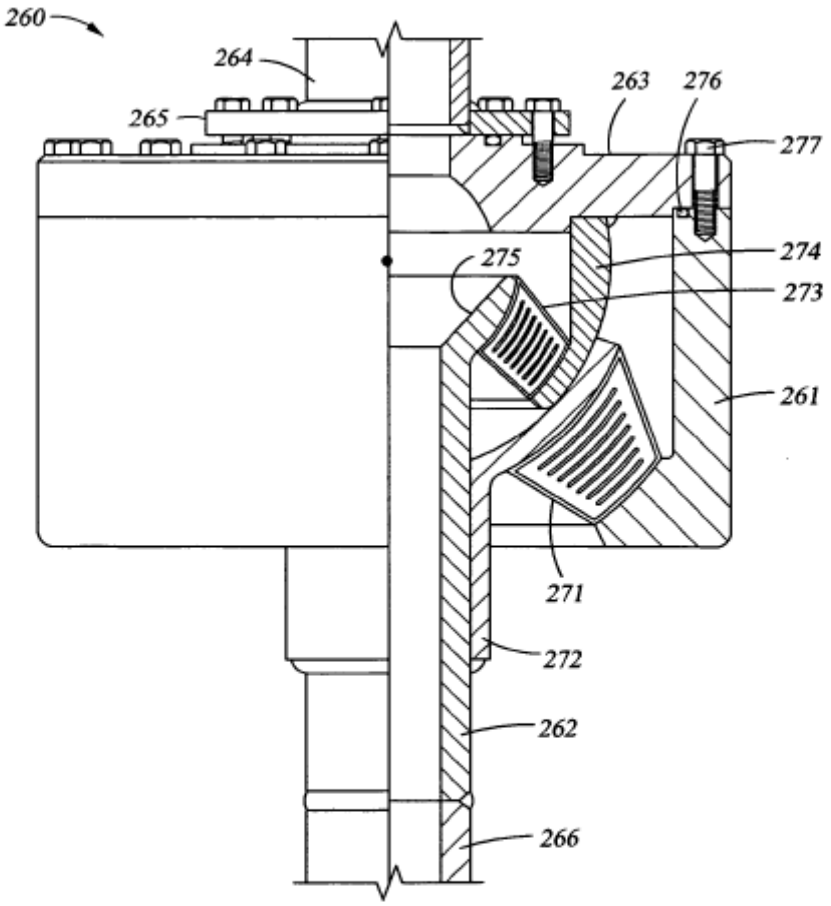

Fig. 15