

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 929**

51 Int. Cl.:
F16L 27/103 (2006.01)
E21B 17/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09715455 .3**
96 Fecha de presentación: **24.02.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2142836**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.01.2010**

54 Título: **Sistema de aislamiento de presión para una junta de tubería flexible**

30 Prioridad:
25.02.2008 US 36738
21.08.2008 US 196230

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.12.2012

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).

ES 2 391 929 T3

DESCRIPCION

Sistema de aislamiento de presión para una junta de tubería flexible

Sector técnico

[0001] La presente invención se refiere a una junta de tubería flexible que tiene una tubería de extensión que se extiende desde un alojamiento, y al menos un elemento flexible de elastómero anular para montar la tubería de extensión en el alojamiento para permitir desplazamiento angular de la tubería de extensión con respecto al alojamiento.

Antecedentes

[0002] Las juntas flexibles que tienen un elemento flexible de elastómero anular para montar una extensión en un alojamiento se utilizan para reducir las tensiones inducidas por movimiento entre instalaciones flotantes en alta mar y tubos ascendentes y tendones, que dependen de instalaciones marinas flotantes. Típicamente, el elemento flexible consiste en alternar cuñas esféricas de metal, o de otro material rígido, y capas de material elastomérico. Dicho elemento flexible es capaz de proporcionar un desplazamiento angular libre de alrededor de + -15 grados o más soportando a la vez una tensión axial proporcional al tamaño del elemento flexible. Típicamente, el tamaño del elemento flexible ha sido seleccionado para soportar la carga deseada en el tubo ascendente o tendón, y se han fabricado y almacenado elementos flexibles den varios tamaños para la manipulación de diversos tamaños estándar de tubos ascendentes o tendones.

[0003] Los tubos ascendentes se utilizan para la transferencia de fluidos producidos desde el fondo del mar hasta una cubierta de una embarcación marítima flotante, y para la transferencia del fluido producido desde la embarcación hasta una o más líneas de exportación. Las cargas impartidas por el tubo ascendente en un elemento flexible consisten típicamente en tensión en el tubo ascendente, desplazamiento angular y rotación del tubo ascendente, presión interna en el fluido producido, y aumento de la temperatura del fluido producido. Por lo tanto, la presión interna en el fluido producido, y el aumento de la temperatura del fluido producido, pueden hacer que la selección de un elemento flexible para un tubo ascendente sea más difícil que la selección de un elemento flexible para un tendón.

[0004] Para varias aplicaciones, las articulaciones flexibles en las tuberías han incorporado más de un elemento flexible en un alojamiento común. Por ejemplo, una junta de tubería flexible de doble extremo para un tubo ascendente tiene un primer elemento flexible en el alojamiento para montar una primera tubería de extensión en el alojamiento, y un segundo elemento flexible en el alojamiento para montar una segunda tubería de extensión en el alojamiento. Las dos tuberías de extensión se extienden en direcciones opuestas desde el alojamiento común. De esta manera, la junta de tubería flexible de doble extremo puede acomodar el doble del desplazamiento angular que puede ser tolerado por una junta de tubería de extremo único flexible que tiene un único elemento flexible. El desplazamiento angular se divide entre los dos elementos flexibles en la junta de tubería flexible de doble extremo, pero cada uno de los dos elementos flexibles lleva la misma tensión completa del tubo ascendente. Algunos ejemplos de estas juntas de tubería flexibles de doble extremo se encuentran en Herbert y otros Patente americana 3,680,895 concedida el 1 de agosto de 1972; Herbert y otros Patente americana 4,068, 864 concedida el 17 de enero de 1978 (ver la figura 4); y Whightsil, Sr. y otros Patente americana 5,133,578 concedida el 28 de julio de 1992.

[0005] Las juntas de tubería flexibles han incorporado más de un elemento flexible en un alojamiento común de modo que dos elementos flexibles están sujetos al mismo desplazamiento angular pero sólo uno de estos dos elementos flexibles lleva la carga de tensión a la junta de tubería flexible. Esta disposición puede reducir la presión de fluido producido en cada elemento flexible y proporcionar tanto un mecanismo de sellado primario como de reserva para contener el fluido a presión producido dentro de la junta de tubería. Sin embargo, los elementos flexibles en estos conceptos tienen que ser pre-comprimidos para su funcionamiento adecuado; un hecho que reduce la vida útil de los elementos flexibles. Por lo tanto, estos diseños hacen un uso ineficiente de los dos elementos de flexión tanto para soportar la carga axial sobre la tubería como para sellar la presión. Ejemplos de estas juntas de tubería flexibles se encuentran en Schwemmer Patente americana 4,183,556 concedida el 15 de enero de 1980; Ohrt Patente americana 4,068,868 concedida el 17 de enero de 1978; Peppel y otros Patente americana 4,784,410 concedida el 15 de noviembre de 1988; y Peppel y otros Patente americana 4,984,827 concedida el 15 de enero de 1991.

[0006] Una junta de tubería que tiene dos elementos flexibles en un alojamiento común y diferentes niveles de pre-compresión axial sobre los dos elementos flexibles se da a conocer en Lamy y otros Patente americana 4,416,473 concedida el 23 de noviembre de 1983. Los dos elementos flexibles están dispuestos en lados opuestos de un centro común de rotación. La junta de tubería tiene una brida y un cuello que forman un cojinete esférico que permite el desplazamiento angular pero impiden el movimiento relativo bajo compresión axial. (Lamy, col. 5, líneas 2-8.) Un elemento flexible que tiene un diámetro más grande soporta cargas axiales de tracción. El otro elemento flexible que tiene un diámetro más pequeño está diseñado para asegurar únicamente la estanqueidad del fluido dentro de la tubería. (Lamy, col. 5 líneas 16-34.) Una pre-tensión axial deseada se aplica al elemento flexible que tiene el diámetro más pequeño apretando más unos pernos para cerrar un espacio libre de una abertura cilíndrica. (Lamy, col. 6, líneas 30-46.)

Descripción de la invención

[0007] Para soportar fluido a alta presión dentro de una junta de tubería flexible, se desea que la junta de tubería flexible incluya por lo menos un elemento elastomérico flexible primario para soportar cargas axiales en la junta de tubería, y al menos un elemento elastómero flexible secundario diseñado especialmente para contener la presión de fluido dentro de la junta de tubería flexible y reducir o eliminar la presión de fluido en el elemento flexible primario. Al reducir o eliminar la presión de fluido en el elemento flexible primario, puede reducirse el tamaño del elemento flexible primario, y su duración puede ser extendida. Sin embargo, una reducción en el tamaño del elemento flexible primario no debería requerir un aumento significativo del tamaño total de la junta flexible para acomodar el elemento flexible elastomérico secundario. Por lo tanto, se desea proporcionar elementos flexibles secundarios más compactos más adecuados para determinadas configuraciones de juntas de tubería flexibles.

[0008] Hay una gran variedad de configuraciones de juntas flexibles de tuberías que tienen un rango limitado de desplazamiento axial para el uso previsto. Este rango limitado de desplazamiento axial puede ser debido a la configuración específica de junta de tubería flexible o debido a la utilización particular de la junta de tubería flexible. Muy a menudo el rango limitado de desplazamiento axial es compatible con un segundo elemento flexible diseñado especialmente para contener la presión de fluido de modo que el elemento flexible secundario no será sometido a un desplazamiento axial excesivo. En este caso, se desea proporcionar un sistema de aislamiento de presión muy compacto que se pueda montar fácilmente en la configuración de junta de tubería flexible sin modificación sustancial de la configuración de junta de tubería flexible. Por lo tanto es posible aumentar la capacidad de soporte de carga o vida útil de los diversos tipos de configuraciones de juntas de tuberías flexibles.

[0009] También se desea proporcionar una configuración de junta de tubería flexible especialmente diseñada para acomodar elementos flexibles secundarios. Esta configuración de junta de tubería flexible puede soportar un aumento de la presión, de la temperatura y las cargas axiales para una vida de servicio dada y un tamaño dado del alojamiento o la huella del alojamiento.

[0010] Según un primer aspecto, la invención proporciona una junta de tubería flexible que incluye un alojamiento, una tubería de extensión que se extiende desde el alojamiento, un primer elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento, un segundo elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento, y un tercer elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento. Los elementos flexibles primero, segundo y tercero tienen un centro de rotación común, los elementos primero y segundo están apilados de manera coaxial en lados opuestos del centro de rotación común, los elementos primero y segundo están dispuestos desde el centro de rotación común por un radio interno común, y el tercer elemento flexible está dispuesto desde el centro de rotación común por un radio externo mayor que el radio interno. Los elementos primero y segundo están unidos mecánicamente en serie entre el alojamiento y la tubería de extensión, y el tercer elemento flexible está unido mecánicamente con el alojamiento y la tubería de extensión en paralelo con la combinación en serie de los elementos primero y segundo.

[0011] Según un segundo aspecto, la invención proporciona una junta de tubería flexible que incluye un alojamiento que tiene un primer extremo y un segundo extremo, una brida de fijación montada en el primer extremo del alojamiento, una tubería de extensión que se extiende desde el segundo extremo del alojamiento, y una tubería interna dispuesta en el alojamiento y montada en la brida de fijación y que proporciona un canal desde una abertura en la brida de fijación a la tubería de extensión. La tubería de extensión tiene una brida interior y una funda exterior. La junta de tubería flexible también incluye un anillo de centrado dispuesto en el alojamiento, y la tubería interior tiene una brida en el anillo de centrado, y la brida interior de la tubería de extensión está dispuesta en el anillo de centrado. Una parte del anillo de centrado está dispuesta entre la brida interior de la tubería de extensión y la funda exterior de la tubería de extensión. La junta de tubería flexible incluye además un primer elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento entre el anillo de centrado y la brida interior de la tubería de extensión, un segundo elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento entre el anillo de centrado y la brida de la tubería interior, y un tercer elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento entre el alojamiento y la funda exterior de la tubería de extensión para montar la tubería de extensión en el alojamiento para el desplazamiento angular de la tubería de extensión con respecto al alojamiento. La tubería de extensión pasa a través del tercer elemento flexible de modo que el tercer elemento flexible rodea la tubería de extensión. El anillo de centrado acopla los elementos primero y segundo mecánicamente en serie entre la tubería de extensión y el alojamiento de modo que un desplazamiento angular de la tubería de extensión con respecto al alojamiento provoca un desplazamiento angular del anillo de centrado con respecto al alojamiento que es aproximadamente la mitad del desplazamiento angular de la tubería de extensión con respecto al alojamiento, y una tensión axial sobre la tubería de extensión con respecto al alojamiento pone cada uno de los elementos flexibles primero, segundo y tercero en compresión.

[0012] Según un tercer aspecto, la invención proporciona una junta de tubería flexible que incluye un alojamiento que tiene un primer extremo y un segundo extremo, una brida de fijación montada en el primer extremo del alojamiento, un anillo de soporte montado en el segundo extremo del alojamiento, una tubería de extensión que se extiende desde el segundo extremo del alojamiento, y una tubería interna dispuesta en el alojamiento y soldada a la brida de fijación y que proporciona un canal desde una abertura en la brida de fijación a la tubería de extensión. La junta de tubería flexible también incluye un anillo de centrado esférico dispuesto en el alojamiento. La tubería de extensión tiene una brida interior y una funda exterior, y la tubería interior tiene una brida interior y una funda exterior. La brida interior de la tubería de extensión está dispuesta en el anillo de centrado, y la brida interior de la tubería interior está dispuesta en el

anillo de centrado. La junta de tubería flexible también incluye un primer elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento entre el anillo de centrado y la brida interior de la tubería de extensión, y el elastómero del primer elemento flexible está unido al anillo de centrado y unido a la brida interior de la tubería de extensión. La junta de tubería flexible también incluye un segundo elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento entre el anillo de centrado y la brida interior de la tubería interior, y el elastómero del segundo elemento flexible está unido al anillo de centrado y unido a la brida interior de la tubería interior. La junta de tubería flexible también incluye un tercer elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento entre el anillo de soporte y la funda exterior de la tubería de extensión, y el elastómero del tercer elemento flexible está unido al anillo de soporte y unido a la funda exterior de la tubería de extensión. El tercer elemento flexible monta la tubería de extensión en el alojamiento para el desplazamiento angular de la tubería de extensión con respecto al alojamiento, y la tubería de extensión pasa a través del tercer elemento flexible de modo que el tercer elemento flexible rodea la tubería de extensión. La junta de tubería flexible incluye además un anillo de carga fijado a la funda exterior de la tubería de extensión, y un cuarto elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento entre el anillo de carga y la funda exterior de la tubería interior. El elastómero del cuarto elemento flexible está unido al anillo de carga y unido a la funda exterior de la tubería interior, y la tubería interior pasa a través del cuarto elemento flexible de modo que el cuarto elemento flexible rodea la tubería interior.

[0013] Según un cuarto aspecto, la invención proporciona una junta de tubería flexible que incluye un alojamiento, una brida de fijación montada en un primer extremo del alojamiento, un anillo de soporte montado en un segundo extremo del alojamiento, una tubería interna fijada a la brida de fijación, y una tubería de extensión que se extiende desde el segundo extremo del alojamiento. La junta de tubería flexible incluye además un primer revestimiento interior dispuesto en y soldado a la tubería interior, un segundo revestimiento interior dispuesto en y soldado a la tubería de extensión, un anillo de centrado, un primer elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento y montado entre el primer revestimiento interior y el anillo de centrado, un segundo elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento y montado entre el segundo revestimiento interior y el anillo de centrado, y un tercer elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento y montado entre la tubería de extensión y el anillo de soporte. Los elementos flexibles primero, segundo y tercero tienen un centro de rotación común, los elementos primero y segundo están apilados de manera coaxial en lados opuestos del centro de rotación común, los elementos primero y segundo están dispuestos desde el centro de rotación común por un radio interno común, y el tercer elemento flexible está dispuesto desde el centro de rotación común por un radio externo mayor que el radio interno.

[0014] Según un final aspecto, la invención proporciona una junta de tubería flexible que incluye un alojamiento, una tubería de extensión que se extiende desde el alojamiento, un primer elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento, un segundo elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento, un tercer elemento flexible de elastómero anular dispuesto en el alojamiento y un cuarto cojinete elastomérico dispuesto en el alojamiento. Los elementos flexibles primero, segundo, tercero y cuarto tienen un centro de rotación común. Los elementos primero y segundo están apilados de manera coaxial en lados opuestos del centro de rotación común y los elementos primero y segundo están dispuestos desde el centro de rotación común por un radio interno común. Similarmente, los elementos flexibles tercero y cuarto están apilados de manera coaxial en lados opuestos del centro de rotación común y están dispuestos desde el centro de rotación común por un radio externo mayor que el radio interno. Los elementos primero y segundo están unidos mecánicamente en serie entre el alojamiento y la tubería de extensión, y los elementos flexibles tercero y cuarto están unidos mecánicamente en paralelo entre sí y unidos mecánicamente con el alojamiento y la tubería de extensión estando así unidos en paralelo con la combinación en serie de los elementos primero y segundo.

Breve descripción de los dibujos

[0015] Las características y ventajas adicionales de la invención se describirán a continuación con referencia a los dibujos, en los que:

[0016] La figura 1 es un diagrama esquemático de una plataforma de pata de tensión (TLP) que incluye un tubo ascendente de producción y un tubo ascendente de exportación en una configuración de catenaria;

[0017] La figura 2 es un receptáculo ranurado de entrada lateral para el montaje del tubo ascendente de exportación para el TLP en la figura 1;

[0018] La figura 3 es una vista frontal de la junta de tubería flexible introducida en la figura 1;

[0019] La figura 4 es una sección transversal lateral de la junta de tubería flexible a lo largo de la línea 4-4 en la figura 3;

[0020] La figura 5 muestra los elementos flexibles en la figura 4 reaccionando a una desviación angular de la tubería de extensión de aproximadamente 20 grados;

[0021] La figura 6 muestra un conjunto elemento flexible secundario en la figura 4 separado de los otros componentes de la junta de tubería flexible;

[0022] La figura 7 muestra el conjunto de elemento flexible secundario de la figura 6 en un molde durante el moldeo de los elementos flexibles secundarios;

[0023] La figura 8 muestra una construcción alternativa de la junta de tubería flexible de la figura 4 para facilitar el desmontaje y sustitución del conjunto de elemento flexible secundario;

[0024] La figura 9 muestra una construcción alternativa para una junta de tubería flexible en la que dos elementos flexibles primarios que funcionan en paralelo están situados en el mismo lado de un centro común de rotación en lugar de en lados opuestos;

[0025] La figura 10 muestra un conjunto de elemento flexible secundario que incluye una pantalla térmica;

[0026] La figura 11 muestra una sección transversal lateral de una junta de tubería flexible que incluye un conjunto de elemento flexible secundario que tiene un escudo térmico;

[0027] La figura 12 muestra una vista frontal de otra junta de tubería flexible que incluye múltiples elementos flexibles;

[0028] La figura 13 muestra una vista superior de la junta de tubería flexible de la figura 12;

[0029] La figura 14 es una sección transversal lateral a lo largo de la línea 14-14 en la figura 12;

[0030] La figura 15 muestra una sección transversal lateral de una construcción alternativa para una junta de tubería flexible que incluye múltiples elementos flexibles primarios y secundarios, y

[0031] La figura 16 muestra los elementos flexibles en la figura 15 reaccionando a una desviación angular de la tubería de extensión de alrededor de 20 grados.

[0032] Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, se han mostrado realizaciones específicas de la misma en los dibujos que se describirán en detalle. Se debe entender, sin embargo, que no se pretende limitar la invención a las formas particulares mostradas, sino que por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caigan dentro del alcance de la invención tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Modo(s) de llevar a cabo la invención

[0033] Con referencia a la figura 1, se muestra una embarcación de perforación y de producción de alta mar generalmente designada por 10 que flota sobre la superficie de agua 11. La embarcación flotante, en particular, es una plataforma de pata tensionada (TLP) fijada al lecho marino 12 por medio de tendones 13, 14 y plantillas de cimientos 15, 16. Aunque no sea visible en la figura 1, hay un conjunto de tendones que dependen de cada una de las cuatro esquinas de la plataforma TLP 10 cada uno respectivo de cuatro plantillas de cimientos 15, 16. Además, cada una de las cuatro esquinas inferiores de la plataforma TLP 10 está asegurada por una línea de amarre lateral respectiva 17, 18 para desplazar lateralmente la plataforma y para resistir cargas de tormenta laterales.

[0034] Para el transporte de los fluidos de perforación y de una cadena de perforación desde el TLP a un pozo 19 en el fondo del mar 12, y para la eliminación de hidrocarburos desde el pozo cuando la perforación se ha completado, un tubo ascendente de producción designado en general por 20 se extiende desde el pozo 19 hasta la TLP 10. El tubo ascendente 20 consiste en un número de secciones de tubería rígidas 21 unidas por juntas de tuberías flexibles 22. Una junta de tubería flexible adecuada se describe, por ejemplo, en Whightsil, Sr. y otros patente americana 5,133,578 concedida el 28 de julio de 1992.

[0035] También se muestra en la figura 1 un tubo ascendente de exportación generalmente designado 24 que cuelga de una pata de la TLP 10 en una configuración de catenaria y que toca el lecho marino 12. También se muestra en la figura 1 un tubo ascendente de exportación generalmente designado 24 que cuelga de una pata de la TLP 10 en una configuración de catenaria y que toca el lecho marino 12. El tubo ascendente de exportación 24 es similar al tubo ascendente 20 de producción que se compone de un número de secciones de tubería rígidas 25 unidas por juntas elastoméricas de tuberías flexibles 26. Una tubería flexible de articulación 27 en la parte superior del tubo ascendente 24 está montada en un receptáculo ranurado de entrada lateral 34 unido a una pata de la TLP 10.

[0036] La figura 2 muestra el receptáculo ranurado de entrada lateral 34. El receptáculo 34 es una soldadura que consiste en un anillo de carga forjado y mecanizado 41 y un número de placas 42, 43. Las placas 42, 43, que actúan como redes y bridas, sirven para estabilizar el anillo de carga 41, así como las cargas de puente entre la pata TLP y el tubo ascendente de exportación.

[0037] Durante la instalación, la parte posterior del receptáculo 34 está también soldada o fijada a la pata de la TLP y la junta de tubería flexible superior del tubo ascendente de exportación se inserta en el anillo de carga 41. El receptáculo incluye una ranura frontal generalmente designada 44 para facilitar la entrada lateral tubo ascendente de exportación durante la instalación.

[0038] Las juntas flexibles para tubos ascendentes y para montar tendones en un TLP han sido fabricadas y almacenadas en varios tamaños para el soporte de diversos tamaños estándar de los tubos ascendentes o tendones. Sin embargo, pueden surgir situaciones en que sería deseable aumentar la capacidad de soporte de carga o vida útil de una junta flexible para un tamaño dado de alojamiento o huella. Esto es especialmente cierto para la junta de tubería

flexible superior de un tubo ascendente, porque esta junta flexible está montada típicamente en una embarcación flotante que tiene un receptáculo de montaje que coincide con una huella de alojamiento particular.

[0039] Por ejemplo, se selecciona y dimensiona inicialmente un receptáculo de montaje para unas condiciones de servicio esperadas, y a continuación, el receptáculo de montaje se suelda a la embarcación flotante. Si las condiciones de servicio cambiaran, entonces podría ser difícil sustituir el receptáculo de montaje y 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 sitio existente, de modo que se va a extraer fluido a mayor temperatura en el sitio existente, o puede que se requiera un aumento de las condiciones de carga debido a que se ha terminado una producción existente y la embarcación flotante ha sido desplazada a un nuevo sitio donde el fondo del mar es más profundo de modo que la junta de tubería flexible debe aguantar una tensión mayor. En cualquier caso, sería deseable instalar junta de tubería flexible nueva con más capacidad en el receptáculo de montaje existente.

[0040] La figura 3 muestra la junta de tubería flexible 27 con mayor detalle. En esta realización específica, la junta de tubería flexible 27 tiene un alojamiento exterior 50 y una tubería de extensión 54 que se extiende desde el alojamiento exterior 50. El alojamiento exterior incluye un anillo de soporte inferior 51, un cuerpo cilíndrico 52, y una brida de fijación 53. Por ejemplo, estos componentes están hechos de una aleación de acero resistente a la corrosión. El cuerpo cilíndrico 53 tiene una serie de puertos de refrigeración 57, 58, 59 espaciados alrededor de su circunferencia para permitir la circulación de agua de mar para la extracción de calor de la junta de tubería flexible cuando el fluido a alta temperatura es transportado a través de la junta de tubería flexible.

[0041] Cuando está en uso, la junta de tubería flexible 27 está asentada en un receptáculo cautivo (34 en la figura 2) que puede soportar con seguridad el peso y la carga de la junta de tubería flexible 27. La brida de unión 53 está atornillada a una brida (56 en la figura 3) de un segmento de tubería (28 en la figura 3) para el transporte de fluido a través de la junta de tubería flexible entre el segmento de tubería 28 y la tubería de extensión 54. Al apoyar una carga de tracción sobre la tubería de extensión 54 con respecto al alojamiento exterior 50, las juntas de tuberías flexibles 27 permiten un rango de desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión 54 con respecto a la manguera exterior 50. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 3, un desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión 54 se produce cuando la tubería de extensión gira alrededor de un centro de rotación 63 desde una orientación vertical tal como se muestra en líneas continuas hasta una orientación inclinada 55 que se muestra con líneas de trazos.

[0042] Para aumentar la capacidad de soporte de carga o vida útil de una junta flexible para un tamaño dado de alojamiento o huella, se incluyen uno o más elementos flexibles primarios y uno o más elementos flexibles secundarios en un alojamiento común. Los elementos flexibles primarios soportan cargas axiales en la junta de tubería, y los elementos elastoméricos flexibles secundarios contienen la presión de fluido dentro de la junta de tubería flexible. En particular, los elementos elastoméricos flexibles primarios aseguran que las cargas axiales típicas sobre la junta de tubería no causan un desplazamiento axial que sea excesivo para los elementos flexibles elastoméricos secundarios, y los elementos flexibles secundarios reducen o eliminan la presión de fluido en el elemento flexible primario. Además, los elementos flexibles secundarios pueden tener un tamaño compacto de modo que no es necesario que el tamaño total de la junta de tubería flexible aumente para los elementos flexibles elastoméricos secundarios.

[0043] La figura 4 muestra una configuración preferida que incluye un elemento flexible primario inferior 61 y un elemento flexible primario superior 62. Los elementos flexibles primarios 61 y 62 están apilados de manera coaxial alrededor de un centro común de rotación 63 y acoplados a la tubería de extensión 54 y el anillo de soporte inferior 51 para reaccionar en paralelo a la rotación de la tubería de extensión 54 sobre el centro común de rotación y al desplazamiento axial de la tubería de extensión 54. En esta realización específica, la junta de tubería flexible 27 tiene un alojamiento interior 65 soldado a una pestaña superior 66 de la extensión de tubería 54, y una tubería interior 64 soldada a la brida de fijación 53. Por ejemplo, el alojamiento interior 65 y la tubería interior 64 están hechos de una aleación de acero resistente a la corrosión. El elemento flexible primario inferior 61 está dispuesto entre y unido al anillo de soporte inferior 51 y la brida superior 66 de la tubería de extensión 54. El elemento flexible primario superior 62 está dispuesto entre y unido a una brida inferior 67 de la tubería interior 64 y el alojamiento interior 65.

[0044] En general, debido a que la tubería de extensión 54 y el alojamiento interior 65 están unidos entre sí, el elemento flexible primario superior 62 y el elemento flexible primario inferior 61 son forzados a reaccionar en paralelo y por lo tanto desplazarse y girar en la misma cantidad. Por lo tanto, la carga total debida a la tensión vertical y a la rotación se distribuye entre el elemento flexible superior 62 y el elemento flexible inferior 61 en proporción a sus rigideces relativas. El elemento flexible inferior 61 transfiere su carga directamente al anillo de soporte inferior 51, mientras que el elemento flexible superior 62 transfiere su carga a la tubería interior 64. La tubería interior 64 transfiere entonces 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 hacia abajo al anillo de soporte inferior 51.

[0045] La junta de tubería flexible 27 incluye además un revestimiento interior superior 71, un revestimiento interior inferior 72, y un anillo de centrado 73. Un elemento flexible secundario superior de elastómero anular 74 está dispuesto entre el anillo de centrado 73 y el revestimiento interior superior 71, y un elemento flexible secundario inferior de elastómero anular 75 está dispuesto entre el anillo de centrado 73 y el revestimiento interior inferior 72. El conjunto del revestimiento interior superior 71, el revestimiento interior inferior 72, el anillo de centrado 73, el elemento flexible secundario superior de elastómero anular 74, y el elemento flexible secundario inferior de elastómero anular 75, está

moldeado conjuntamente como una unidad, designada de forma general por 70, tal como se describe más abajo con referencia a las figuras 6 y 7.

[0046] Todos los elementos flexibles 61, 62, 74, 75 de la junta de tubería flexible 27 comparten el mismo centro de rotación 63 para permitir un intervalo de desplazamiento angular sin enlaces de la tubería de extensión 54 durante el funcionamiento. El anillo de centrado 73 es un anillo esférico que tiene un punto central que coincide con este centro de rotación común 63. El anillo de centrado 73 también tiene una muesca 76 sobre su ecuador.

[0047] Los elementos flexibles secundarios 74, 75, el anillo de centrado 73, el revestimiento superior 71, y el revestimiento inferior 72 aíslan una cavidad interior 68 de fluido producido. Esto, a su vez, elimina la carga de presión resultante que de otro modo se introduciría si la presión de fluido producido fuera admitida en la cavidad interior 68 y sobre elementos flexibles primarios 61 y 62. Así, el conjunto de los revestimientos 71, 72 y el anillo de centrado 73 y los elementos flexibles secundarios 74, 75 funcionan como una unidad de aislamiento de presión 70, que crea una redundancia en los sellados entre el fluido producido y las condiciones ambientales fuera de la junta de tubería flexible 27. El alojamiento interior 65, por ejemplo, tiene un puerto de presión 78 para medir o ajustar la presión en la cavidad interior. El puerto de presión 78, por ejemplo, incluye un agujero a través del alojamiento interior 65, y este agujero está cubierto con un enchufe, válvula, o medidor de presión accesible desde el exterior a través del puerto de enfriamiento 57.

[0048] En uso, cuando la transferencia de fluido producido desde la embarcación flotante al tubo ascendente de exportación (24 en la figura 1), el fluido producido fluye hacia abajo a través de una abertura 69 en la brida de fijación 53 en la tubería interior 64. A continuación, el fluido fluye desde la tubería interior 64 hacia abajo a través de revestimiento interior superior 71, a través del anillo de centrado 73, a través del revestimiento interior inferior 72, y a través de la tubería de extensión 54.

[0049] También es posible usar una junta de tubería flexible tal como se muestra en la figura 4 en el tubo ascendente de producción (20 en la fig. 1). En este caso, el fluido producido desde el taladro fluiría así hacia arriba a través a través de la tubería de extensión 54, y luego hacia arriba a través del revestimiento interior inferior 72, el anillo de centrado 73, el revestimiento interior superior 71, la tubería interior 64, y hacia arriba a través de la abertura 69 de la brida de fijación 53.

[0050] La construcción de la junta de tubería flexible 27 requiere que dos conjuntos de juntas flexibles primarias sean moldeados separadamente. En un proceso de moldeo, el elastómero del elemento flexible inferior 61 se une al anillo de soporte inferior 51 y a la tubería de extensión 54 empleando un anillo separado en dos piezas (no representado). Cuando este proceso de moldeo se ha completado, las dos piezas del anillo partido son separadas la una de la otra para retirar el anillo partido del conjunto de moldeo. Más detalles acerca de un molde con un anillo partido se encuentran en la figura 5 y la columna 5, línea 47 a columna 6, línea 2 de McGregor Patente americana 4,708,758 concedida el 24 de noviembre de 1987.

[0051] De manera similar, cuando se moldea el elemento flexible superior 62, el elastómero del elemento flexible superior se une a la brida inferior 67 de la tubería interior 64 y al alojamiento interior 65. En este caso, sin embargo, no hay necesidad de un anillo partido porque las formas de la tubería interior 64 y el alojamiento interior 65 permiten utilizar un anillo sólido cónico en el proceso de moldeo.

[0052] La junta de tubería flexible tal como se muestra en la figura 4 se fabrica a partir del conjunto del elemento flexible inferior 61 y el conjunto del elemento flexible superior 62 mediante la inserción del revestimiento interior inferior 72 del conjunto de revestimiento en la tubería de extensión 54. Entonces el conjunto del elemento flexible primario superior 62 se hace descender en posición con la tubería interior 64 ajustada en el revestimiento superior 71 del conjunto de revestimiento de modo que el revestimiento superior 71 se inserta en la tubería interior 64 hasta que el alojamiento interior 65 se asienta sobre la brida superior 66 de la tubería de extensión 54. Entonces el alojamiento interior 65 se suelda a la brida superior 66 de la tubería de extensión 54. Entonces el extremo inferior del revestimiento interior inferior 72 se suelda al extremo inferior de la tubería de extensión 54, y el extremo superior del revestimiento interior superior 71 se suelda al extremo superior de la tubería interior 64. Entonces el cuerpo cilíndrico 52 se coloca sobre y se suelda al anillo de soporte inferior 51. Entonces la brida de fijación 53 se ajusta a la tubería interior 64 y se coloca sobre el cuerpo cilíndrico 52, y el extremo superior de la tubería interior se suelda a la brida de fijación. Entonces la brida de fijación 53 se suelda al cuerpo cilíndrico 52.

[0053] La figura 5 muestra la junta de tubería flexible 27 cuando la tubería de extensión 54 ha sido sujeta a un máximo desplazamiento angular (θ). El anillo de centrado 73 también gira sobre el centro de rotación 63, pero su desplazamiento angular (ϕ) es aproximadamente la mitad del desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión 54. Por lo tanto, uniéndolos mecánicamente el elemento flexible secundario superior 74 y el elemento flexible secundario inferior 75 en serie entre el alojamiento 50 y la tubería de extensión 54, el desplazamiento angular de cada uno de los elementos flexibles secundarios provocado por el desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión es aproximadamente la mitad del desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión.

[0054] En general, la deformación angular de un elemento flexible es directamente proporcional al desplazamiento angular θ de la tubería de extensión y directamente proporcional a la relación del desplazamiento radial del elemento

flexible desde el centro de rotación 63 dividido por el espesor radial del elemento flexible. Tal como se muestra en la figura 5, por ejemplo, cada uno de los elementos flexibles secundarios 74, 75 está desplazado por un radio interno común R₁ desde el centro de rotación común 63, y cada uno de los elementos flexibles primarios 61, 62 está desplazado por un radio externo común R₂ desde el centro de rotación común 63. Puesto que el radio externo R₂ es mucho mayor que el radio interno R₁ y puesto que los elementos secundarios 74, 75 están mecánicamente conectados en serie y los elementos flexibles primarios 61, 62 están mecánicamente conectados en paralelo entre el alojamiento y la tubería de extensión, cada uno de los elementos flexibles secundarios puede tener un espesor radial que es mucho menor que el espesor radial de cada uno de los elementos flexibles primarios, de modo que la unidad de aislamiento de presión 70 puede tener un tamaño compacto.

[0055] También es posible que cada uno de los elementos flexibles secundarios 74, 75 comprenda un elastómero que tiene un módulo menor que el elastómero de cada uno de los elementos flexibles primarios 61, 62, porque los elementos flexibles secundarios 74, 75 están diseñados principalmente para contener presión, y los elementos flexibles primarios 61, 62 están diseñados principalmente para resistir las deformaciones angular y axial. Empleando una composición de elastómero de módulo menor en los elementos flexibles secundarios 74, 75 que en los elementos flexibles primarios 61, 62, los elementos flexibles secundarios pueden tolerar una mayor deformación angular que los elementos flexibles primarios, y por lo tanto el espesor radial de los elementos flexibles secundarios puede reducirse aún más con respecto al espesor radial de los elementos flexibles primarios. Sin embargo, tal como se describe más abajo con referencia a las figuras 14 y 15, también es posible construir juntas de tubería flexibles en las que los elementos flexibles primarios y secundarios tienen formas similares y la misma composición de elastómero y en la que los elementos flexibles secundarios pueden estar sujetos a una presión y temperatura mayores que los elementos flexibles primarios.

[0056] La figura 6 muestra la unidad de aislamiento de presión 70 separada de cualquier junta de tubería flexible particular donde pueda usarse. En general, tanto el revestimiento superior 71 como el revestimiento inferior 72 tienen una parte cilíndrica que se aleja del anillo de centrado 73, y una forma semi-esférica parecida a la del anillo de centrado. La parte cilíndrica del revestimiento superior 71 y del revestimiento inferior 72 tiene una longitud que depende de la configuración particular de la junta de tubería flexible. En general, la longitud de la parte cilíndrica de un revestimiento se selecciona para la soldadura conveniente del extremo del revestimiento a otro metal componente de la junta de tubería flexible tal como la tubería de extensión o una tubería interna.

[0057] La figura 7 muestra un molde por compresión para el moldeo de la unidad de aislamiento de presión 70 de la figura 6. En la figura 7, el molde por compresión tiene tanto componentes interiores como exteriores. Los componentes interiores son un mandril de diámetro interno o una vejiga inflable 160, y un par de anillos de inserción plegables o desmontables de elastómero 161, 162. Los anillos de inserción 161, 162 están pre-moldeados a partir de elastómero y curados, y luego son recubiertos con un agente de liberación de molde. Los anillos de inserción 161, 162 están dimensionados para actuar como un dique o tapón para el caucho no curado que se convierte en el elemento flexible secundario superior 74 y el elemento flexible secundario inferior 75. Los componentes exteriores incluyen un anillo de molde exterior 163 que se inserta en la muesca ecuatorial 76 del anillo de centrado 73 para sujetar los componentes (71, 72, 73, 74, 75) de la unidad de aislamiento de presión a una altura prefijada. Los componentes exteriores incluyen también una serie de anillos de sujeción 164, 165, 166, 167, 168, 169. Los anillos de sujeción exteriores 166, 167 tienen camisas de vapor 171, 172 para calentar el molde para curar el caucho del elemento flexible secundario superior 74 y el elemento flexible secundario inferior 75.

[0058] La figura 8 muestra una construcción alternativa para una junta de tubería flexible 90 para facilitar el desmontaje. La junta de tubería flexible 90 incluye un alojamiento exterior 100 y una tubería de extensión 84 que se extiende desde el alojamiento exterior. El alojamiento exterior 100 se compone de un anillo de soporte inferior 81, un cuerpo cilíndrico 82, y una brida de fijación 83. La junta de tubería flexible 90 incluye además una tubería de extensión 84, un elemento flexible elastomérico primario inferior 91, un elemento flexible elastomérico primario superior 92, una tubería interna 94, un alojamiento interior 95, un revestimiento superior 101, un revestimiento inferior 102, un anillo de centrado 103, un elemento flexible elastomérico secundario superior 104, y un elemento flexible elastomérico secundario inferior 105. Los elementos flexibles elastoméricos 91, 92, 104, 105 tienen un centro de rotación común 93. El anillo de centrado 103 es un anillo esférico que tiene un punto central que coincide con este centro de rotación común 93.

[0059] Durante la construcción de la junta de tubería flexible 90, cuando se moldea el elemento flexible primario inferior 91, el elastómero del elemento flexible primario inferior 91 se une al anillo de soporte inferior 81 y unido a la tubería de extensión 84. Cuando se moldea el elemento flexible primario superior 92, el elastómero del elemento flexible primario superior 92 se une al alojamiento interior 95 y se une a la tubería interior 94. El elemento flexible secundario superior 104 y el elemento flexible secundario inferior 105 se moldean al mismo tiempo, formando una unidad de aislamiento de presión única 110 que consiste en el revestimiento superior 101, el revestimiento inferior 102, y el anillo de centrado 103.

[0060] La unidad de aislamiento de presión 110 que contiene los elementos flexibles secundarios 104, 105 se coloca entonces sobre el conjunto del elemento flexible inferior 91, y el revestimiento inferior 102 se inserta en la tubería de extensión 84. Entonces el conjunto del elemento flexible superior 92 se coloca sobre el conjunto del elemento flexible inferior 91, y la brida superior 96 de la tubería de extensión 84 se fija al alojamiento interior 95 mediante una serie de pernos 105. Un sellado metálico de anillo de extremo 106 sella la unión entre la brida superior 96 de la tubería de extensión 84 y el alojamiento interior 95. Entonces el cuerpo cilíndrico 82 se coloca sobre el anillo de soporte inferior 81

y se fija al anillo de soporte inferior 81 mediante una serie de pernos 107. Entonces el extremo inferior del revestimiento interior inferior 102 se suelda al extremo inferior de la tubería de extensión 84, y el extremo superior del revestimiento interior superior 101 se suelda al extremo superior de la tubería interior 94. Entonces una línea de presión flexible 109 se conecta entre un puerto de presión 108 en el alojamiento interior 95 y un puerto de presión 114 en la brida de fijación 83 de modo que el puerto de presión 114 en la brida de fijación 83 permite la medición o ajuste de la presión del fluido dentro de una cavidad interior 98. Entonces la brida de fijación 83 se ajusta sobre la tubería interior 94 y la tubería interior 94 se suelda a la brida de fijación 83. Entonces la brida de fijación 83 se fija al cuerpo cilíndrico 82 mediante una serie de pernos 106.

[0061] Durante el uso en un entorno marino, el puerto de presión 114 permite la detección externa de cualquier fallo de los elementos flexibles secundarios 104, 105 para contener fluido producido a presión. Si se detecta un fallo, entonces la sustitución de la unidad de aislamiento de presión 110 que incluye los elementos flexibles secundarios 104, 105 puede realizarse inmediatamente in situ, o la sustitución puede programarse para realizarse en el futuro si fuese más conveniente retrasar la sustitución. Hasta la sustitución de la unidad de aislamiento de presión, el elemento flexible primario superior 92 contendrá el fluido producido dentro de la cavidad interior 98. La cámara exterior 99 puede ser llenada con un fluido incompresible, tal como propilenglicol o polialquilenglicol de modo que la carga de presión de fluido producido en la cavidad interior 98 sería compartida entre el elemento flexible primario superior 92 y el elemento flexible primario inferior 91.

[0062] Para el desmontaje, los pernos 106 se retiran de manera que la brida de fijación 83 deja de estar fijada al cuerpo cilíndrico 82. Entonces la soldadura 113 entre la tubería interior 94 y la brida de fijación 83 se realiza más lejos de modo que la brida de fijación puede ser retirada de tubería interior. También la soldadura 111 entre el revestimiento interior superior 101 y la tubería interior 94 se realiza lejos, y la soldadura 112 entre la línea inferior interna y la tubería de extensión 84 se realiza lejos. Entonces los pernos 107 se retiran de modo que el cuerpo cilíndrico 82 puede ser retirado del anillo de soporte inferior 81. Entonces los pernos 105 se retiran de modo que el conjunto del elemento flexible superior 107 pueda ser retirado del conjunto del elemento flexible inferior 103. Entonces la unidad de aislamiento de presión 110 (que incluye el revestimiento interior superior 101, el revestimiento interior inferior 102, el anillo de centrado 103, el elemento flexible secundario superior 104, y el elemento flexible secundario inferior 105) se retira de la tubería de extensión 84. Esta unidad de aislamiento de presión 110 puede ser sustituida con una nueva unidad de aislamiento de presión, y la junta de tubería flexible 90 puede volver a montarse in situ.

[0063] La junta de tubería flexible 27 en la figura 4 y la junta de tubería flexible 90 en la figura 8 deberían utilizarse en una aplicación tal como un tubo ascendente en catenaria en el que la tubería de extensión 54 o 84 está sujeta a tensión axial más que a compresión axial con respecto al alojamiento exterior de la junta de tubería flexible. Si no, esta compresión se traduciría en una tensión sobre los elementos flexibles y la compresión axial sobre la tubería de extensión 54 o 84 limitaría la vida de servicio de la junta de tubería flexible. Para aplicaciones en las que la tubería de extensión puede estar sometida a compresión axial sustancial, la junta de tubería flexible debe construirse tal como se describe a continuación para limitar la transmisión de la compresión axial a los elementos flexibles secundarios.

[0064] La figura 9 muestra una junta de tubería flexible 120 que tiene un alojamiento exterior 130 y una tubería de extensión 122 que se extiende desde el alojamiento exterior. El alojamiento exterior 130 comprende un cuerpo cilíndrico 121 y una brida de fijación 123. La brida de fijación 123 se suelda al cuerpo cilíndrico 121. Un elemento flexible primario inferior de elastómero anular 131 está unido al cuerpo cilíndrico 121 y unido a una funda de extensión 132 de la tubería de extensión 122. Un elemento flexible primario superior de elastómero anular 133 está unido a un alojamiento interior 134 y unido a una brida superior 135 de un revestimiento interior 147 de la tubería de extensión 122. El alojamiento interior 134 se suelda a la brida de fijación 123, y un extremo inferior de la funda de la tubería de extensión 132 se suelda al revestimiento de la tubería de extensión 147.

[0065] La junta de tubería flexible 120 incluye una unidad de aislamiento de presión 140. La unidad de aislamiento de presión incluye un revestimiento superior 141, un revestimiento inferior 142, un anillo de centrado esférico 143, un elemento flexible secundario superior de elastómero anular 144 unido entre el revestimiento superior 141 y el anillo de centrado 143, y un elemento flexible inferior de elastómero anular 145 unido entre el revestimiento inferior 142 y el anillo de centrado 143. El revestimiento superior 141 está dispuesto en una abertura 137 en la brida de fijación 123, y el revestimiento inferior 142 está dispuesto en el revestimiento de la tubería de extensión 147.

[0066] Los elementos flexibles primarios 131, 133 y los elementos flexibles secundarios 144, 145 tienen un centro de rotación común 136. Los elementos flexibles secundarios 144, 145 están apilados de manera coaxial en lados opuestos del centro de rotación común 136 en un radio interno común R1 desde el centro de rotación común. Los elementos flexibles primarios 131, 133 están apilados y alojados de manera coaxial en el mismo lado del centro de rotación común. El elemento flexible primario superior 133 está dispuesto en un radio externo R2 desde el centro de rotación común 136, de modo que R2 es mayor que el radio interno R1. El elemento flexible primario inferior 131 está dispuesto en un radio externo R3 desde el centro de rotación común 136, de modo que R3 es mayor que el radio interno R1, y R3 es mayor que el radio externo R2. Los elementos flexibles secundarios 144, 145 están unidos mecánicamente en serie con el anillo de centrado 143 entre el alojamiento exterior 130 y la tubería de extensión 122, los elementos flexibles primarios 131, 133 están unidos mecánicamente en paralelo entre sí, y cada uno de los elementos flexibles primarios 131, 133 está unido mecánicamente con el alojamiento exterior 130 y la tubería de extensión 122 en paralelo con la combinación en serie de los elementos flexibles secundarios 144, 145.

[0067] La funda de extensión 132 tiene una brida semi-esférica 138 que hace tope contra a superficie semi-esférica exterior complementaria 139 del alojamiento interior 134. La compresión axial de la tubería de extensión 122 con respecto al alojamiento exterior 130 provoca que la brida semi-esférica 138 de la funda de la tubería de extensión 132 entre en contacto con la superficie semi-esférica exterior 139 del alojamiento interior 134 de modo que la fuerza de compresión axial desde la tubería de extensión 122 es transferida al alojamiento exterior 130 a través de la funda de extensión 132, el alojamiento interior 134, y la brida de fijación 123. Por lo tanto, la fuerza de compresión axial no se aplica a la unidad de aislamiento de presión 140 y sus elementos flexibles secundarios 144, 145.

[0068] La figura 10 muestra una unidad de aislamiento de presión 150 que incluye un revestimiento superior 181, un revestimiento inferior 182, un anillo de centrado 183, un elemento flexible secundario superior de elastómero anular 184, y un elemento flexible inferior de elastómero anular 185. Dispuesto en el anillo de centrado 183 hay un revestimiento de protección contra el calor superior 186 y un revestimiento de protección contra el calor inferior 187. Los revestimientos de protección contra el calor 186, 187 están hechos de material de baja conductividad de calor tal como una aleación de níquel-cromo-hierro o un termoplástico. La aleación preferida de níquel-cromo-hierro es una aleación de marca Inconel, que contiene un mínimo de 72% de níquel y cobalto, 14-17% de cromo, y 6-10% de hierro, tal como 76% de níquel, 17% de cromo, y 7% hierro. El termoplástico preferido es poli-éter-cetona-éter, o PEEK, tal como se describe en Moses y otros, Patente americana 7,341,283 concedida el 11 de marzo de 2008.

[0069] Los revestimientos de protección contra el calor 186, 187 están montados en una rótula. El revestimiento de protección contra el calor inferior 187 está hecho con una brida esférica superior 188, y el revestimiento de protección contra el calor superior 186 está hecho con una brida semi-esférica inferior 189. La brida esférica superior 188 está introducida en la brida semi-esférica inferior 189, y entonces el extremo inferior de la brida semi-esférica inferior 189 está plegado alrededor de la brida esférica superior 188. La brida esférica superior 188 está ranurada para llevar un anillo de sellado metálico elástico separado 190 que se expande contra la periferia interna de la brida semi-esférica inferior 189 para contener fluido producido en la tubería de extensión. De este modo, el anillo de sellado 190 funciona de manera similar a un anillo de pistón en un motor de combustión interna. El anillo de sellado 190, sin embargo, no es necesario que proporcione un sellado hermético a la presión, y en su lugar el anillo de sellado 190 evita que el fluido producido circule libremente a través de un ajuste con holgura entre los revestimientos de protección contra el calor 186, 187.

[0070] Para el montaje de los revestimientos de protección contra el calor 186, 187 en la unidad de aislamiento de presión 180, el anillo de centrado 183 está hecho de dos anillos semi-esféricos 192, 193 unidos por una soldadura ecuatorial 194. Cuando se moldea el elemento flexible secundario superior 184, elastómero del elemento flexible secundario superior 184 está unido al revestimiento superior 181 y unido al semi-anillo esférico superior 192. Cuando se moldea el elemento flexible secundario inferior 185, el elastómero del elemento flexible secundario inferior 185 se une al revestimiento inferior 182 y al semi-anillo esférico inferior 193. Entonces el conjunto del elemento flexible secundario superior 184 se ajusta sobre el revestimiento de protección contra el calor superior 186 del conjunto protector de calor, y el conjunto del elemento flexible secundario inferior 185 se ajusta sobre el revestimiento de protección contra el calor inferior 187 del conjunto protector de calor, de modo que los dos anillos semi-esféricos 192, 193 se juntan por las bridas 188, 189 del conjunto protector de calor y se sueldan entre sí formando la soldadura ecuatorial 194.

[0071] El extremo superior del revestimiento de protección contra el calor superior 186 tiene un ajuste de holgura estrecha dentro de una cavidad cilíndrica en el revestimiento de aislamiento de presión superior 181, y el revestimiento de protección contra el calor inferior 187 tiene un ajuste de holgura estrecha dentro de una cavidad cilíndrica en el revestimiento de aislamiento de presión inferior 182. Por lo tanto, los revestimientos de protección contra el calor 186, 187 presentan virtualmente ninguna resistencia a la camisa de aislamiento de presión inferior 182 cuando se apartan del revestimiento de aislamiento de presión superior 181 cuando se aplica tensión a la tubería de extensión con respecto al alojamiento de una junta de tubería flexible que incluye la unidad de aislamiento de presión 180. En ausencia de fuerza axial desde la tubería de extensión, hay una cierta holgura axial (z) entre los extremos de los revestimientos de protección contra el calor 186, 187 y los rebajes cilíndricos en los revestimientos de aislamiento de presión 181, 182. Los revestimientos de protección contra el calor 186, 187 resistirá a la fuerza de compresión entre el revestimiento de aislamiento de presión inferior 182 y el revestimiento de aislamiento de presión superior 181 cuando la compresión aplicada a la tubería de extensión con respecto al alojamiento alcanza un determinado límite en el que la holgura axial "z" se reduce a cero.

[0072] La figura 11 muestra la unidad de aislamiento de presión 180 de la figura 10 montada en una junta de tubería flexible 200. La junta de tubería flexible 200 incluye un alojamiento exterior 210 provisto de un anillo de soporte inferior 201, un cuerpo cilíndrico 202, y una brida de fijación 203. Una serie de pernos 219 fijan el anillo de soporte inferior 201 al cuerpo cilíndrico 202, y una serie de pernos 218 fija la brida de fijación 203 al cuerpo cilíndrico 202. Una tubería de extensión 204 se extiende desde el alojamiento exterior 210. Un elemento flexible primario inferior de elastómero anular 211 está dispuesto en el alojamiento exterior 210 para montar la tubería de extensión 204 en el alojamiento exterior 210, y un elemento flexible elastomérico primario superior 212 está también dispuesto en el alojamiento para montar la tubería de extensión 204 en el alojamiento exterior 210. Los elementos flexibles primarios comparten un centro de rotación común 213 y están apilados de manera coaxial.

[0073] Durante el moldeo del elemento flexible primario inferior 211, el elastómero del elemento flexible primario inferior 211 se une al anillo de soporte inferior 201 y une a una brida superior 216 de la tubería de extensión 204. Durante el

moldeo del elemento flexible primario superior 212, el elastómero del elemento flexible primario superior 212 se une al alojamiento interior 215 y se une a una brida inferior 217 de una tubería interna 214. Tras el montaje de la unidad de aislamiento de presión 180, el revestimiento de presión inferior 182 de la unidad de aislamiento de presión 180 se introduce en un rebaje cilíndrico en la tubería de extensión 204, y el revestimiento de presión superior 181 de la unidad de aislamiento de presión 180 se introduce en a rebaje cilíndrico en la tubería interior 214 cuando el conjunto del elemento flexible primario superior 212 se ajusta sobre el conjunto del elemento flexible primario inferior 211. De esta manera, la unidad de aislamiento de presión 180 queda asentada en la cavidad esférica unida pro una superficie semi-esférica interior de la brida superior 216 de la tubería de extensión 204 y una superficie semi-esférica interior de la brida inferior 217 de la tubería interior 204. Entonces el extremo inferior del alojamiento interior 215 se suelda al extremo superior de la brida superior 216 de la tubería de extensión 204. Entonces el extremo superior del revestimiento de presión 181 de la unidad de aislamiento de presión 180 se suelda a la tubería interior 214, y el extremo inferior del revestimiento de presión inferior 182 de la unidad de aislamiento de presión 180 se suelda a la tubería de extensión 204. Entonces el cuerpo cilíndrico 202 se une con pernos al anillo de soporte inferior 201, y la brida de fijación 203 se ajusta sobre el extremo superior de la tubería interior 214 y se une con pernos al cuerpo cilíndrico 202. Entonces la tubería interior 214 se suelda a la brida de fijación 203.

[0074] Las figuras 12, 13, y 14 muestran diversas vistas de una junta de tubería flexible 230 en la que los elementos flexibles secundarios 254, 255 pueden, aunque no necesariamente tener la misma composición de elastómero que el elemento flexible primario 241, y en la que los elementos flexibles secundarios están directamente sujetos a presión y temperatura de transporte de fluido, y funcionan como una unidad de aislamiento de presión.

[0075] Tal como se muestra en la figura 12, la junta de tubería flexible 230 incluye un alojamiento exterior 240 provisto de un anillo de soporte inferior 231, un cuerpo cilíndrico 232, y una brida de fijación 233. Una tubería de extensión 234 se extiende desde el alojamiento exterior 240.

[0076] Tal como se muestra en la figura 13, una tubería interna 251 se suelda a la brida de fijación 133 y proporciona una abertura en la brida de fijación.

[0077] Tal como se muestra en la figura 14, los elementos flexibles secundarios 254, 255 están mecánicamente conectados en serie entre el alojamiento 240 y la tubería de extensión 234 y el elemento flexible primario 241 está mecánicamente conectado en paralelo con la combinación en serie de los elementos flexibles secundarios 254, 255. La disposición en paralelo obliga a los desplazamientos angulares y axiales del elemento flexible primario 241 a ser los mismos que los de la tubería de extensión 234, mientras que la disposición en serie de los elementos flexibles secundarios 254, 255 permite que los elementos flexibles secundarios se dividan en un desplazamiento axial o angular determinado, en proporción a su rigidez correspondiente. Debido a esto, por ejemplo, los desplazamientos angulares y axiales de los elementos flexibles secundarios 254, 255, de forma y composición esencialmente idénticas, sería de aproximadamente la mitad de los experimentados por la tubería de extensión 234, o el elemento flexible primario 241. Esta característica de diseño permite dimensionar el elemento flexible primario para soportar una gran parte de la carga axial total resultante de la tensión en la tubería de extensión 234 y la presión del fluido que actúa sobre el conjunto (252, 257, 246, y 255) del elemento flexible secundario 255, conectado a la tubería de extensión 234, lo que limita la cantidad de compresión en las almohadillas elastoméricas de los elementos flexibles secundarios 254, 255, y aumentan así su vida útil, y la de la junta de tubería flexible 230.

[0078] Tal como se muestra además en la figura 14, una serie de pernos 248 fijan la brida de fijación 233 al cuerpo cilíndrico 232, y una serie de pernos 249 fijan el anillo de soporte inferior 231 al cuerpo cilíndrico 232. La tubería interior 251 proporciona un canal desde la abertura en la brida de fijación a la tubería de extensión 234. La tubería de extensión 234 incluye un revestimiento interior 252 y una funda exterior 235. Un elemento flexible primario de elastómero anular 241 monta la funda exterior 235 de la tubería de extensión 234 en el anillo de soporte inferior 231.

[0079] Una unidad de aislamiento de presión 250 incluye la tubería interior 251, el revestimiento de la tubería de extensión 252, un anillo de centrado esférico 253, un elemento flexible secundario superior de elastómero anular 254 dispuesto entre una brida inferior 245 de la tubería interior 251 y una mitad superior 258 del anillo de centrado 253, y un elemento flexible secundario inferior de elastómero anular 255 dispuesto entre una brida superior 246 del revestimiento de la tubería de extensión 252 y una mitad inferior 259 del anillo de centrado 253. La brida inferior 245 de la tubería interior 251 está dispuesta en la mitad superior 258 del anillo de centrado 253. La brida superior 246 del revestimiento de la tubería de extensión 252 está dispuesta en la mitad inferior 259 del anillo de centrado 253. Una parte inferior de la mitad inferior 259 del anillo de centrado 253 está dispuesta entre la brida superior 242 de la funda exterior 235 de la tubería de extensión 234 y la brida superior 246 del revestimiento de la tubería de extensión 252.

[0080] El elemento flexible primario 241 y los elementos flexibles secundarios 254 y 255 tienen un centro de rotación común 243. Los elementos flexibles secundarios 254 y 255 están apilados de manera coaxial en lados opuestos del centro de rotación común 243. Los elementos flexibles secundarios 254 y 255 están dispuestos desde el centro de rotación común 243 por un radio interno común R1. El elemento flexible primario 241 está dispuesto desde el centro de rotación común 243 por un radio externo R2 que es mayor que el radio interno R1. Los elementos flexibles secundarios 254 y 255 están unidos mecánicamente en serie entre el alojamiento 240 y la tubería de extensión 234, y el elemento flexible primario 241 está unido mecánicamente con el alojamiento 240 y la tubería de extensión 234 en paralelo con la combinación en serie de los elementos flexibles secundarios superior e inferior 254 y 255.

[0081] Un desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión 234 con respecto al alojamiento 240 sobre el centro de rotación común 243 provoca una deformación angular o fuerza de cizallamiento (τ_{m2}) del elemento flexible primario 241 que es proporcional a la relación del radio externo (R_2) dividido por el espesor radial (Δr_2) del elemento flexible primario 241. (Las deformaciones angulares de los elementos flexibles en una junta de tubería flexible más compleja se muestran en la figura 16, que se describe más abajo.) Por lo tanto,

$$\delta_2 = \theta R_2 / \Delta r_2$$

[0082] En la junta de tubería flexible 230, la composición y la forma del elemento flexible secundario superior 254 es prácticamente la misma que la composición y la forma del elemento flexible secundario inferior 255. Por lo tanto, el desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión 234 con respecto al alojamiento 240 sobre el centro de rotación común 243 provoca la rotación del anillo de centrado 253 sobre el centro de rotación común según un ángulo (ϕ) que es casi la mitad del desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión 234 con respecto al alojamiento 240. Por consiguiente, el desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión 234 con respecto al alojamiento 240 sobre el centro de rotación común 243 provoca una deformación angular o cizalla (δ_1) de cada uno de los elementos flexibles secundarios 254, 255 que es proporcional a la relación del radio externo (R_1) dividido por el espesor radial (Δr_1) de cada uno de los elementos flexibles secundarios 254, 255, según:

$$\delta_1 = \theta R_1 / 2 \Delta r_1$$

[0083] Tal como se muestra en la figura 14, la forma del elemento flexible primario 255 puede similar a la forma de los elementos flexibles secundarios 254 y 255, de modo que $R_1 / \Delta r_1 = R_2 / \Delta r_2$. Por lo tanto, como el elemento flexible primario está unido mecánicamente con el alojamiento 240 y la tubería de extensión 234 en paralelo con la combinación en serie de los elementos flexibles superior e inferior 254, 255, el desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión 235 con respecto al alojamiento 240 sobre el centro de rotación común 243 provoca una deformación angular (δ_1) de cada uno de los elementos flexibles secundarios que es de aproximadamente una mitad de la deformación angular (δ_2) del elemento flexible primario 241. Por lo tanto, cada uno de los elementos flexibles secundarios puede tener la misma composición y construcción y una forma similar al elemento flexible primario 241, aunque cada uno de los elementos flexibles secundarios tendrá una deformación angular (δ_1) que es sustancialmente menor que la deformación angular (δ_2) del elemento flexible primario 241. Un argumento similar, aplicado a desplazamientos axiales, muestra que los elementos flexibles secundarios 254, 255 se desplazan sustancialmente menos que la tubería de extensión 234 o el elemento flexible primario 241. Por consiguiente, los elementos flexibles secundarios 254, 255 pueden estar a una mayor carga de presión o la temperatura que el elemento flexible primario 241 sin reducir significativamente la vida útil de la junta de tubería flexible 230.

[0084] Por ejemplo, en las figuras 12 y 14, el cuerpo cilíndrico 232 está perforado para permitir que el agua pase a través del cuerpo cilíndrico 232 para la refrigeración de los elementos flexibles 241, 254, 255, y los elementos flexibles secundarios 254, 255 están más cerca del canal central de la tubería de extensión 234 y la tubería interior 251, de modo que los elementos flexibles secundarios 254, 255 están sometidos a una temperatura más alta del fluido producido caliente que el elemento flexible primario 241. Además, los elementos flexibles secundarios 254, 255 están sellados por presión en la tubería de extensión 234, y el elemento flexible primario 255 no está sujeto a esta presión. Para una aplicación particular, el espesor (Δr_1) de los elementos flexibles secundarios 254, 255 se puede seleccionar de modo que la deformación angular (δ_1) de los elementos flexibles secundarios se reduce con respecto a la deformación angular (δ_2) del elemento flexible primario en una cantidad apenas suficiente para soportar el aumento de la presión o de la carga térmica sobre los elementos flexibles secundarios con respecto al elemento flexible primario. Además, la tensión axial sobre la tubería de extensión 234 coloca los elementos flexibles secundarios 245, 255 en compresión, de modo que los elementos flexibles secundarios también contribuyen a la capacidad de la junta de tubería flexible 230 para soportar un nivel elevado de tensión axial sobre la tubería de extensión 234.

[0085] Con el fin de reducir la carga de temperatura en los elementos flexibles secundarios 254, 255, la unidad de aislamiento de presión 250 incluye un inserto de barrera térmica superior 256 dispuesto en el extremo inferior acampanado 245 de la tubería interior 251, y un inserto de barrera térmica inferior 257 dispuesto en el extremo superior acampanado 246 de el inserto de la tubería de extensión 252. Los insertos de barrera térmica 256, 257 están hechos de un material de baja conductividad térmica, tal como una aleación de níquel-hierro-cromo o cetona poli-éter-éter. Los insertos de barrera térmica 256, 257 también forman una junta de rótula en el anillo de centrado 258.

[0086] El anillo de centrado 253 se divide en la mitad superior semi-esférica 258 y la mitad inferior semi-esférica 159 de modo que las dos mitades del anillo de centrado pueden ser soldadas entre sí alrededor de los insertos de barrera térmica 256, 257 tras el moldeo de los elementos flexibles secundarios 254, 255. Cuando se moldea el elemento flexible secundario superior 254, el elastómero del elemento flexible secundario superior 254 se une a la mitad superior 258 del anillo de centrado y a la brida inferior 245 de la tubería interior 251. Cuando se moldea el elemento flexible secundario inferior 255, el elastómero del elemento flexible secundario inferior 255 se une a la mitad inferior 259 del anillo de centrado 253 y a la brida superior 246 del inserto de la tubería de extensión 252. Entonces el inserto de barrera térmica

superior 256 se inserta en la tubería interior 251, y el inserto de barrera térmica inferior 257 se inserta en el inserto de la tubería de extensión 252. Entonces el inserto de barrera térmica superior 256 se introduce en el inserto de barrera térmica inferior 257 de modo que la mitad superior 258 del anillo de centrado 253 coincide con la mitad inferior 259 del anillo de centrado y se suelda a la mitad inferior del anillo de centrado, formando la soldadura 260.

5 **[0087]** Cuando se moldea el elemento flexible primario 241, el elastómero del elemento flexible primario se une al anillo de soporte inferior 231 y a la brida 242 de la funda exterior 235 de la tubería de extensión 234. Entonces el inserto de la tubería de extensión 252 se inserta en la funda de la tubería de extensión 235 de modo que el sistema de aislamiento de presión 250 queda sellado sobre la funda de la tubería de extensión 235. Entonces el cuerpo cilíndrico 232 se coloca sobre el anillo de soporte inferior 231, y la brida de fijación 233 se ajusta sobre la tubería interior 251 y sobre el cuerpo cilíndrico 232. Entonces los pernos 249 se aprietan para fijar el cuerpo cilíndrico 232 al anillo de soporte inferior 231, y los pernos 248 se aprietan para fijar la brida de fijación 233 al cuerpo cilíndrico 232. Finalmente, el inserto de la tubería de extensión 252 se suelda a la funda de la tubería de extensión 235, y la tubería interior 251 se suelda a la brida de fijación 233.

10 **[0088]** La figura 15 muestra una junta de tubería flexible 270 que es similar a la junta de tubería flexible 230 de la figura 14, pero que incluye dos elementos flexibles primarios 281, 282 mecánicamente acoplados en paralelo para soportar una carga axial para un alojamiento con una determinada huella. La junta de tubería flexible 270 en la figura 15 tiene un alojamiento 280 y una tubería de extensión 274 que se extiende desde el alojamiento 280. El alojamiento 280 incluye un anillo de soporte inferior 271, un cuerpo cilíndrico 272, y una brida de fijación 273. La tubería de extensión 274 comprende un revestimiento de la tubería de extensión 275 y una funda de la tubería de extensión 284 soldado a el revestimiento de la tubería de extensión 275.

15 **[0089]** Un elemento flexible primario inferior de elastómero anular 281 está dispuesto en el alojamiento 280 entre el anillo de soporte inferior 271 y una brida 285 de la funda de la tubería de extensión 284. Un elemento flexible primario superior de elastómero anular 282 está dispuesto en el alojamiento 280 entre un anillo de carga superior 287 y una brida 297 de una tubería interna funda 286 soldada a un revestimiento de tubería interna 291. El revestimiento de tubería interior 291 se suelda a la brida de fijación 273. El anillo de carga superior 287 se fija mediante una serie de pernos 303 a la brida 285 de la funda de la tubería de extensión 284. Un elemento flexible secundario inferior de elastómero anular 293 está dispuesto en el alojamiento 280 entre una mitad inferior 299 de un anillo de centrado 292 y una brida superior 296 del revestimiento de la tubería de extensión 275. Un elemento flexible secundario superior de elastómero anular 294 está dispuesto en el alojamiento 280 entre una mitad superior 298 del anillo de centrado 292 y una brida inferior 295 del revestimiento de tubería interior 291. La mitad superior 298 del anillo de centrado 292 está fijada mediante una soldadura ecuatorial 300 a la mitad inferior 299 del anillo de centrado 292.

20 **[0090]** El elemento flexible secundario inferior 293, el elemento flexible secundario superior 294, el elemento flexible primario inferior 281, y el elemento flexible primario superior 282, tienen un centro de rotación común 283. El elemento flexible secundario inferior 293 y el elemento flexible secundario superior 294 están apilados de manera coaxial en lados opuestos del centro de rotación común 283, y el elemento flexible secundario inferior 293 y el elemento flexible secundario superior 294 están dispuestos desde el centro de rotación común 283 por un radio interno común (R_1). El elemento flexible primario inferior 281 y el elemento flexible primario superior 282 también están apilados de manera coaxial en lados opuestos del centro de rotación común 283, y el elemento flexible primario inferior 281 y el elemento flexible primario superior 282 están dispuestos desde el centro de rotación común 283 por un radio externo común (R_2). El radio externo (R_2) es mayor que el radio interno (R_1).

25 **[0091]** Los elementos flexibles secundarios superior e inferior 293, 294 están unidos mecánicamente en serie entre el alojamiento 280 y la tubería de extensión 274. Cada uno del elemento flexible primario inferior 281 y el elemento flexible primario superior 282 está unido mecánicamente con el alojamiento 280 y a la tubería de extensión 274 en paralelo con la combinación en serie de elementos flexibles secundarios superior e inferior 293, 294. Los elementos flexibles secundarios superior e inferior 292, 294 tienen prácticamente la misma composición y forma. Por consiguiente, un desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión 274 con respecto al alojamiento 280 sobre el centro de rotación común 283 provoca un desplazamiento angular (ϕ) del anillo de centrado 292 con respecto al alojamiento 280 sobre el centro de rotación común 283 que es aproximadamente la mitad el desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión 274 con respecto al alojamiento 280 sobre el centro de rotación común 283.

30 **[0092]** Los elementos flexibles superior e inferior primarios 281, 282 no necesitan tener el mismo tamaño o composición, pero los elementos flexibles secundarios 293, 294 tendrán por lo general la misma composición y la forma. La tensión axial sobre la tubería de extensión 274 con respecto al alojamiento 280 coloca cada uno de los elementos flexibles primarios y secundarios 281, 282, 293, 294 en compresión.

35 **[0093]** Al estar los elementos flexibles primarios 281, 282 unidos mecánicamente en paralelo entre sí, sus desplazamientos axiales y angulares serán iguales, y puesto que los elementos flexibles primarios 281, 282 están unidos mecánicamente en paralelo entre sí y en paralelo a los elementos flexibles primarios a través del revestimiento de la tubería de extensión 275 de la tubería de extensión 274, los desplazamientos axiales y angulares de cada elemento flexible secundario 293, 294 de aproximadamente la mitad de las del revestimiento de la tubería de extensión 275, o tubería de extensión 274, o elementos flexibles primarios 281, 282. Esta característica de diseño permite el dimensionamiento de los elementos flexibles primarios para llevar a una gran parte de la carga axial total resultante de

la tensión en la tubería de extensión 274 y la presión del fluido actúa sobre el conjunto del elemento flexible secundario 293, conectado a la tubería de extensión 274, lo que limita la cantidad de compresión en las almohadillas elastoméricas de los elementos flexibles secundarios 293, 294, y aumentando así su vida útil, y la de la junta de tubería flexible 270.

5 [0094] Un revestimiento de protección contra el calor superior 301 está dispuesto en la revestimiento de tubería interior 291, y un revestimiento de protección contra el calor inferior 302 está dispuesto en el revestimiento de la tubería de extensión 275.

10 [0095] La figura 16 muestra la junta de tubería flexible 270 después de una deflexión angular (θ) de la tubería de extensión 274 de unos 20 grados con respecto al alojamiento 280. La deflexión angular resultante (ϕ) del anillo de centrado 292 es de unos 10 grados. Unas versiones de los elementos flexibles primarios y secundarios 281, 282, 293, 294 sin deformación se muestran en líneas de trazos para la representación de la deformación angular resultante (δ_1) de los elementos flexibles secundarios 293, 294 y la deformación angular resultante (δ_2) de los elementos flexibles primarios 281, 282. Por lo tanto, se muestra que la deformación angular resultante (δ_1) de los elementos flexibles secundarios 293, 294 es sustancialmente menor que la deformación angular (δ_2) de los elementos flexibles primarios 281, 282.

15 [0096] En vista de lo anterior, se ha descrito una junta flexible que tiene dos elementos anulares elastoméricos flexibles apilados de una manera co-axial en un radio interior desde un centro común de rotación, y al menos un elemento flexible de elastómero anular dispuesto en un radio externo desde el centro de rotación común. Los elementos flexibles en el radio interior están acoplados mecánicamente en serie entre la tubería de extensión y el alojamiento de la junta de tubería flexible, y el elemento flexible en el radio externo está acoplado en paralelo con la combinación en serie de los
20 elementos flexibles at el radio interior. Por consiguiente, para un caso preferido de los dos elementos flexibles en el radio interno que tienen aproximadamente el mismo tamaño, forma y construcción, cada elemento flexible en el radio interior tiene un desplazamiento angular que es aproximadamente la mitad que la del elemento flexible en el radio externo. Por lo tanto, los elementos flexibles en el radio interno pueden llevar una carga adicional de presión y calor.

REIVINDICACIONES

1. Una junta de tubería flexible (27) que comprende:

un alojamiento (50)

una tubería de extensión (54) que se extiende desde el alojamiento

5 un primer elemento flexible de elastómero anular (74) dispuesto en el alojamiento

un segundo elemento flexible de elastómero anular (75) dispuesto en el alojamiento

y un tercer elemento flexible de elastómero anular (61) dispuesto en el alojamiento

10 en la que los elementos flexibles primero, segundo y tercero tienen un centro de rotación común (63), los elementos primero y segundo están apilados de manera coaxial en lados opuestos del centro de rotación común, los elementos primero y segundo están dispuestos desde el centro de rotación común por un radio interno común (R1), y el tercer elemento flexible está dispuesto desde el centro de rotación común por un radio externo (R2) mayor que el radio interno

15 y en la que los elementos primero y segundo están unidos mecánicamente en serie entre el alojamiento y la tubería de extensión, y el tercer elemento flexible está unido mecánicamente con el alojamiento y la tubería de extensión en paralelo con la combinación en serie de los elementos primero y segundo.

2. La junta de tubería flexible según la reivindicación 1, en la que un desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión con respecto al alojamiento provoca una deformación angular de cada uno de los elementos flexibles primero, segundo y tercero, y la deformación angular (δ_1) de cada uno de los elementos primero y segundo es sustancialmente menor que la deformación angular (δ_2) del tercer elemento flexible.

20 3. La junta de tubería flexible según la reivindicación 1, en la que un desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión con respecto al alojamiento provoca un desplazamiento angular (φ) de cada uno de los elementos primero y segundo que es de aproximadamente una mitad del desplazamiento angular de la tubería de extensión con respecto al alojamiento, y el desplazamiento angular de la tubería de extensión con respecto al alojamiento provoca un desplazamiento angular del tercer elemento flexible que es sustancialmente igual al desplazamiento angular de la tubería de extensión con respecto al alojamiento.

4. La junta de tubería flexible según la reivindicación 1, en la que los elementos primero y segundo están sellados por presión en la tubería de extensión de modo que el tercer elemento flexible no está sujeto a la presión en la tubería de extensión.

30 5. La junta de tubería flexible (90) según la reivindicación 4, en la que el tercer elemento flexible (92) sella una cavidad (98) en el alojamiento, y el alojamiento incluye un puerto (114) para vigilar la presión en la cavidad para detectar si los elementos primero y segundo fallan en sellar la presión en la tubería de extensión.

35 6. La junta de tubería flexible según la reivindicación 1, que además incluye un cuarto elemento flexible de elastómero anular (62) dispuesto en el radio externo desde el centro de rotación común, en la que el cuarto elemento flexible está apilado en el alojamiento de manera coaxial con respecto al tercer elemento flexible, y el cuarto elemento flexible está unido mecánicamente en paralelo con el tercer elemento flexible entre la tubería de extensión y el alojamiento.

40 7. La junta de tubería flexible según la reivindicación 1, en la que el tercer elemento flexible está dispuesto en el alojamiento entre una brida (66) de la tubería de extensión y el alojamiento, y la junta de tubería flexible incluye además un anillo de centrado (73) que conecta el primer elemento flexible al segundo elemento flexible en serie entre el alojamiento y la tubería de extensión de modo que el anillo de centrado está sujeto a un desplazamiento angular con respecto al alojamiento (φ) de aproximadamente la mitad del desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión con respecto al alojamiento.

45 8. La junta de tubería flexible (230) según la reivindicación 7, en la que el anillo de centrado (253) está dispuesto en un radio desde el centro de rotación común que está entre el radio interno y el radio externo, y una tensión axial sobre la tubería de extensión con respecto al alojamiento coloca cada uno de los primer (255), segundo (254), y tercer (241) elementos flexibles en compresión.

9. La junta de tubería flexible (200) según la reivindicación 7, que además incluye una junta de rótula (188, 189) en el anillo de centrado (183), y en la que el anillo de centrado incluye dos secciones (192, 193) soldadas entre sí para el conjunto de la junta de rótula en el anillo de centrado.

10. La junta de tubería flexible según la reivindicación 1, que además incluye:

50 una tubería interna (64) fijada al alojamiento

un primer revestimiento interior (71)

un segundo revestimiento interior (72)

y un anillo de centrado (73)

en la que el primer elemento flexible está dispuesto entre el anillo de centrado y el primer revestimiento interior

5 el segundo elemento flexible está dispuesto entre el anillo de centrado y el segundo revestimiento interior

el primer revestimiento interior está dispuesto en y soldado a la tubería interior

y el segundo revestimiento interior está dispuesto en y soldado a la tubería de extensión.

10 **11.** La junta de tubería flexible (230) según la reivindicación 1, en la que el alojamiento (240) tiene un primer extremo y un segundo extremo, la tubería de extensión (234) que se extiende desde el segundo extremo del alojamiento, la tubería de extensión tiene una brida interior (246) y una funda exterior (235), y la junta de tubería flexible incluye además:

una brida de fijación (233) montada en el primer extremo del alojamiento

una tubería interna (251) dispuesta en el alojamiento y montada en la brida de fijación y que proporciona un canal desde una abertura en la brida de fijación a la tubería de extensión

15 y un anillo de centrado esférico (253) dispuesto en el alojamiento, teniendo la tubería interior una brida (245) en el anillo de centrado, estando la brida interior de la tubería de extensión dispuesta en el anillo de centrado, y estando una parte del anillo de centrado dispuesta entre la funda exterior de la tubería de extensión y la brida interior de la tubería de extensión

en la que el primer elemento flexible de elastómero anular (255) está dispuesto en el alojamiento entre el anillo de centrado y la brida interior de la tubería de extensión

20 el segundo elemento flexible de elastómero anular (254) está dispuesto en el alojamiento entre el anillo de centrado y la brida de la tubería interior

25 y el tercer elemento flexible de elastómero anular (241) está dispuesto en el alojamiento entre la funda exterior de la tubería de extensión y el alojamiento para montar la tubería de extensión en el alojamiento para el desplazamiento angular de la tubería de extensión con respecto al alojamiento, pasando la tubería de extensión a través del tercer elemento flexible de modo que el tercer elemento flexible rodea la tubería de extensión

30 en la que el anillo de centrado acopla los elementos primero y segundo mecánicamente en serie entre la tubería de extensión y el alojamiento de modo que el desplazamiento angular (θ) de la tubería de extensión con respecto al alojamiento provoca un desplazamiento angular (φ) del anillo de centrado con respecto al alojamiento que es aproximadamente la mitad del desplazamiento angular de la tubería de extensión con respecto al alojamiento, y de modo que tensión axial sobre la tubería de extensión con respecto al alojamiento coloca cada uno de los elementos flexibles primero, segundo y tercero en compresión.

35 **12.** La junta de tubería flexible (270) según la reivindicación 11, en la que la tubería interior (291) tiene una funda exterior (286), y el segundo elemento flexible está dispuesto entre la funda exterior de la tubería interior y la brida (295) de la tubería interior, y que además incluye un cuarto elemento flexible de elastómero anular (282) dispuesta en el alojamiento (280) y que acopla la funda exterior de la tubería interior a la funda exterior (284) de la tubería de extensión.

13. La junta de tubería flexible (270) según la reivindicación 1, en la que el alojamiento (280) tiene un primer extremo y un segundo extremo, la tubería de extensión (274) que se extiende desde el segundo extremo del alojamiento, la tubería de extensión tiene una brida interior (296) y una funda exterior (284), y la junta de tubería flexible incluye además:

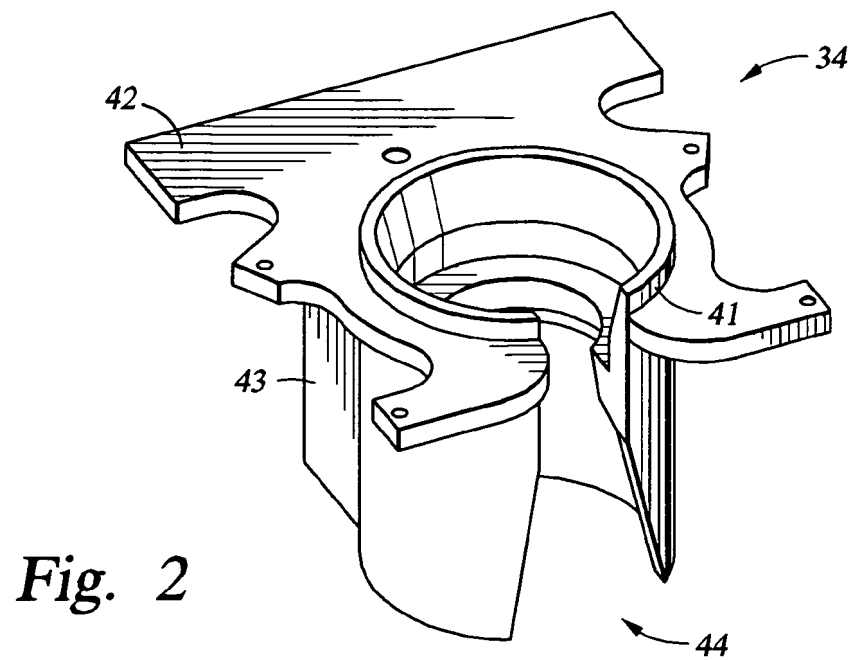
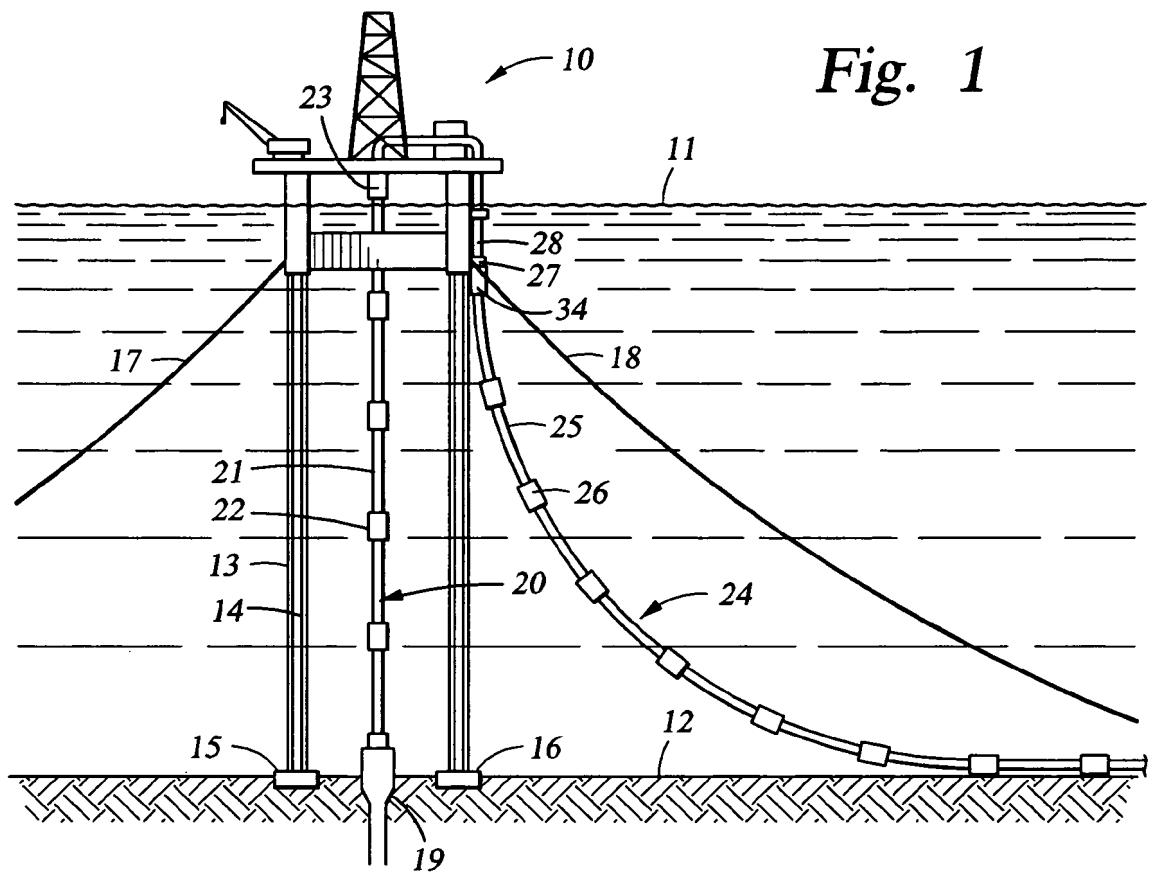
40 una brida de fijación (273) montada en el primer extremo del alojamiento

un anillo de soporte (271) montado en el segundo extremo del alojamiento

una tubería interna (291) dispuesta en el alojamiento y soldado a la brida de fijación y que proporciona un canal desde una abertura en la brida de fijación a la tubería de extensión, teniendo la tubería interior una brida interior (295) y una funda exterior (286)

45 y un anillo de centrado esférico (292) dispuesto en el alojamiento, estando la brida interior de la tubería interior dispuesta en el anillo de centrado, y estando la brida interior de la tubería de extensión dispuesta en el anillo de centrado

- en la que el primer elemento flexible de elastómero anular (293) está dispuesto en el alojamiento entre el anillo de centrado y la brida interior de la tubería de extensión, y el elastómero del primer elemento flexible está unido al anillo de centrado y unidos a la brida interior de la tubería de extensión
- 5 el segundo elemento flexible de elastómero anular (294) está dispuesto en el alojamiento entre el anillo de centrado y la brida interior de la tubería interior, y el elastómero del segundo elemento flexible está unido al anillo de centrado y unidos a la brida interior de la tubería interior
- 10 el tercer elemento flexible de elastómero anular (281) está dispuesto en el alojamiento entre el anillo de soporte y la funda exterior de la tubería de extensión, y el elastómero del tercer elemento flexible está unido al anillo de soporte y unido a la funda exterior de la tubería de extensión, montando el tercer elemento flexible la tubería de extensión en el alojamiento para el desplazamiento angular de la tubería de extensión con respecto al alojamiento, pasando la tubería de extensión a través del tercer elemento flexible de modo que el tercer elemento flexible rodea la tubería de extensión
- y en la que la junta de tubería flexible incluye además: un anillo de carga (287) fijado a la funda exterior de la tubería de extensión
- 15 y un cuarto elemento flexible de elastómero anular (282) dispuesto en el alojamiento entre el anillo de carga y la funda exterior de la tubería interior, estando el elastómero del cuarto elemento flexible unido al anillo de carga y unido a la funda exterior de la tubería interior, pasando la tubería interior a través del cuarto elemento flexible de modo que el cuarto elemento flexible rodea la tubería interior.
- 20 **14.** La junta de tubería flexible según la reivindicación 13, en la que los elementos flexibles primero, segundo, tercero y cuarto comparten el centro de rotación común (283), los elementos flexibles tercero y cuarto están dispuestos en un radio externo común (R2) desde el centro de rotación común, el radio externo es mayor que el radio interno, y los elementos flexibles tercero y cuarto están apilados de manera coaxial de modo que los elementos flexibles tercero y cuarto están dispuestos en lados opuestos del centro de rotación común.
- 25 **15.** La junta de tubería flexible según la reivindicación 1, en la que el alojamiento tiene un primer extremo y un segundo extremo, la tubería de extensión que se extiende desde el segundo extremo del alojamiento, y la junta de tubería flexible incluye además:
- una brida de fijación (53) montada en el primer extremo del alojamiento
- un anillo de soporte (51) montada en el segundo extremo del alojamiento
- una tubería interna (64) fijada a la brida de fijación
- 30 un primer revestimiento interior (71) dispuesto en y soldado a la tubería interior
- un segundo revestimiento interior (72) dispuesto en y soldado a la tubería de extensión
- y un anillo de centrado (73)
- en la que el primer elemento flexible de elastómero anular está dispuesto en el alojamiento y montado entre el primer revestimiento interior y el anillo de centrado
- 35 el segundo elemento flexible de elastómero anular está dispuesto en el alojamiento y montado entre el segundo revestimiento interior y el anillo de centrado
- y el tercer elemento flexible de elastómero anular está dispuesto en el alojamiento y montado entre la tubería de extensión y el anillo de soporte.



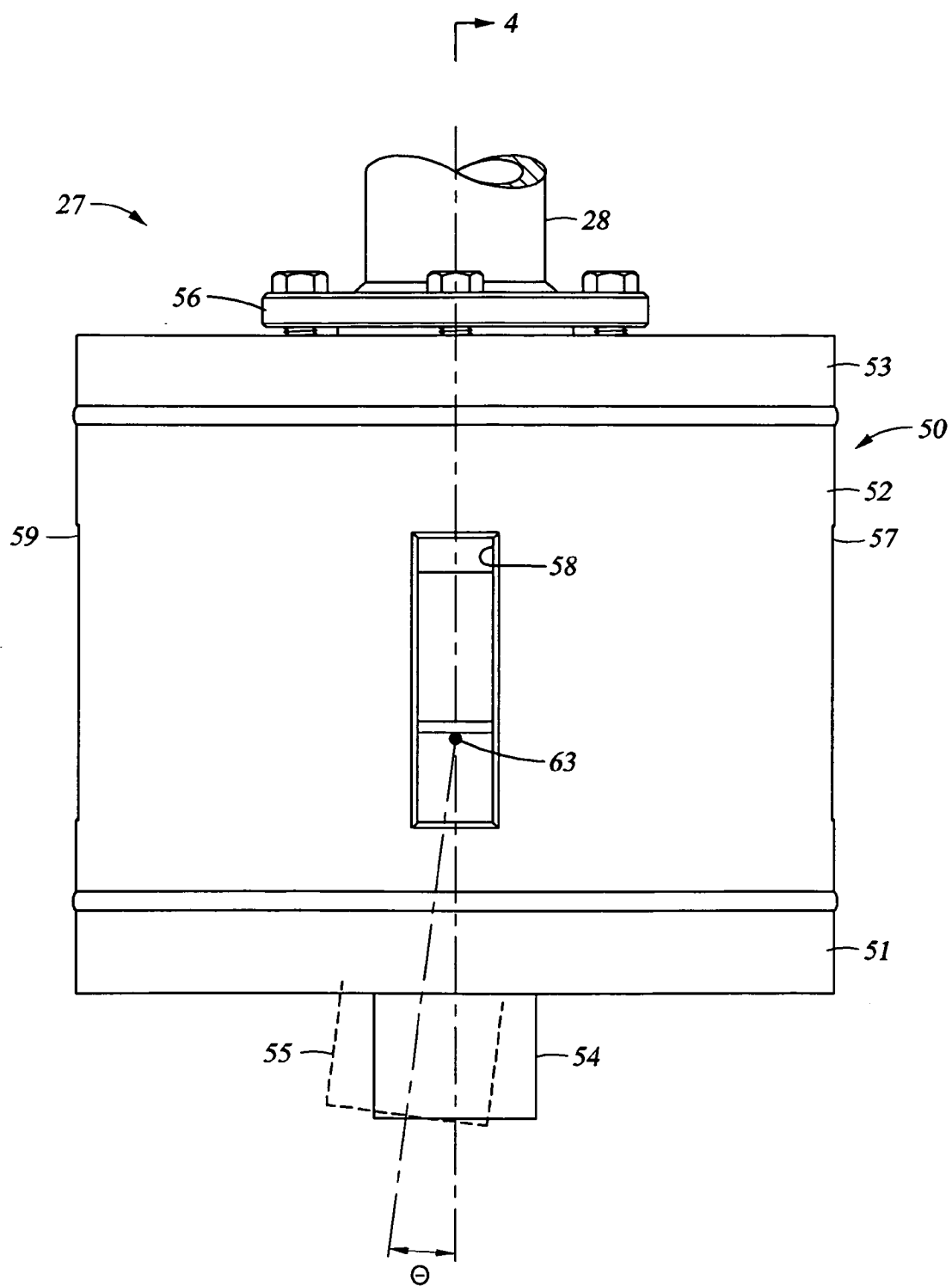


Fig. 3

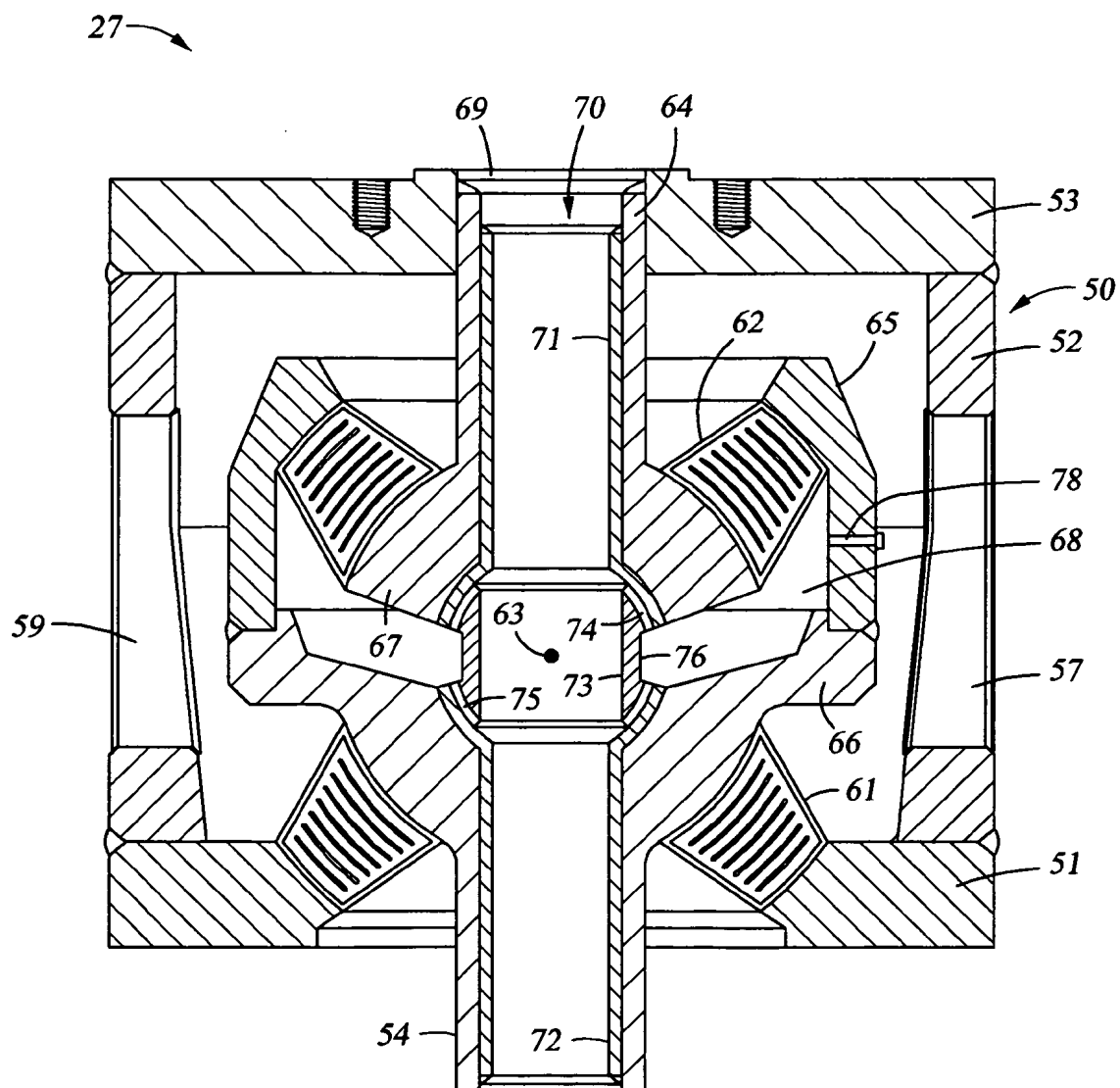


Fig. 4

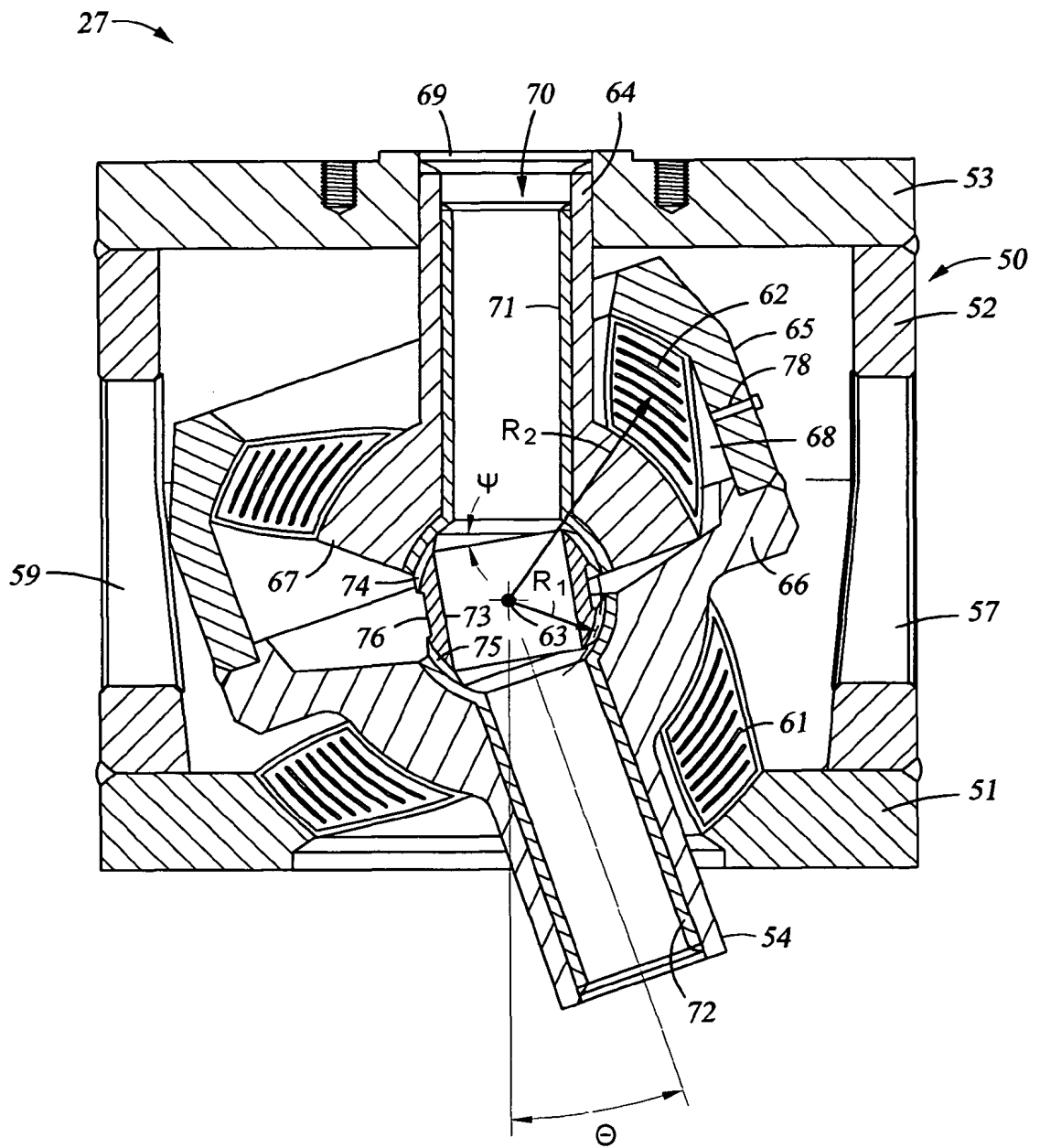
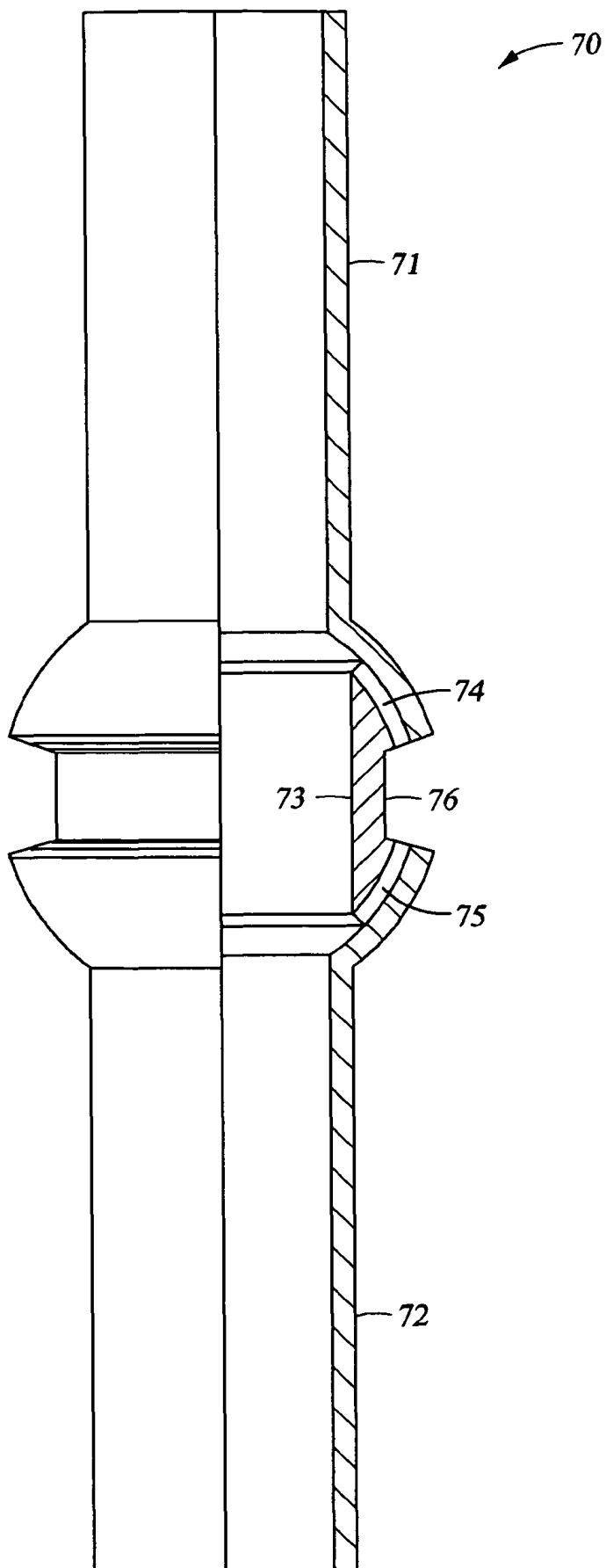


Fig. 5

Fig. 6



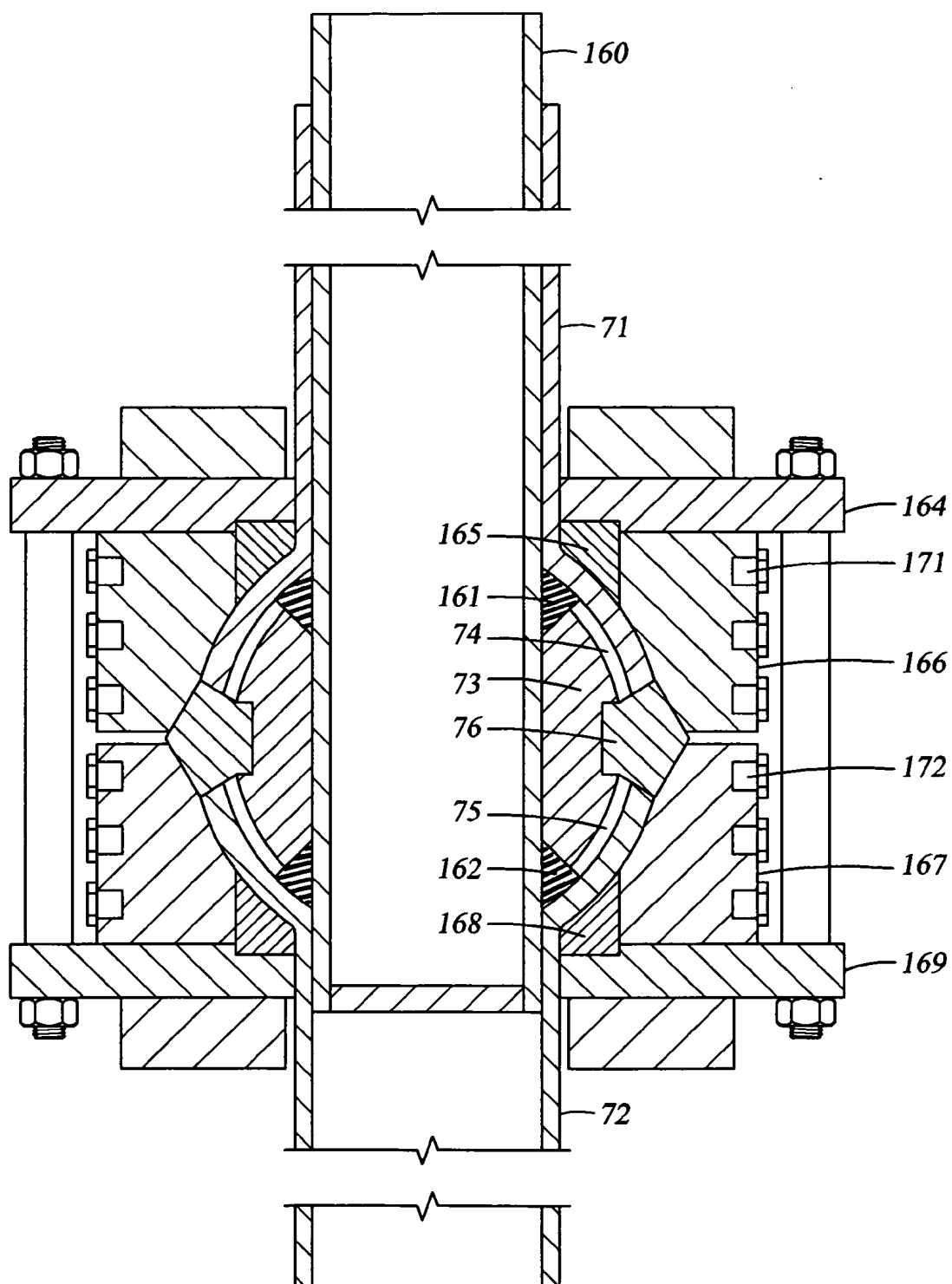


Fig. 7

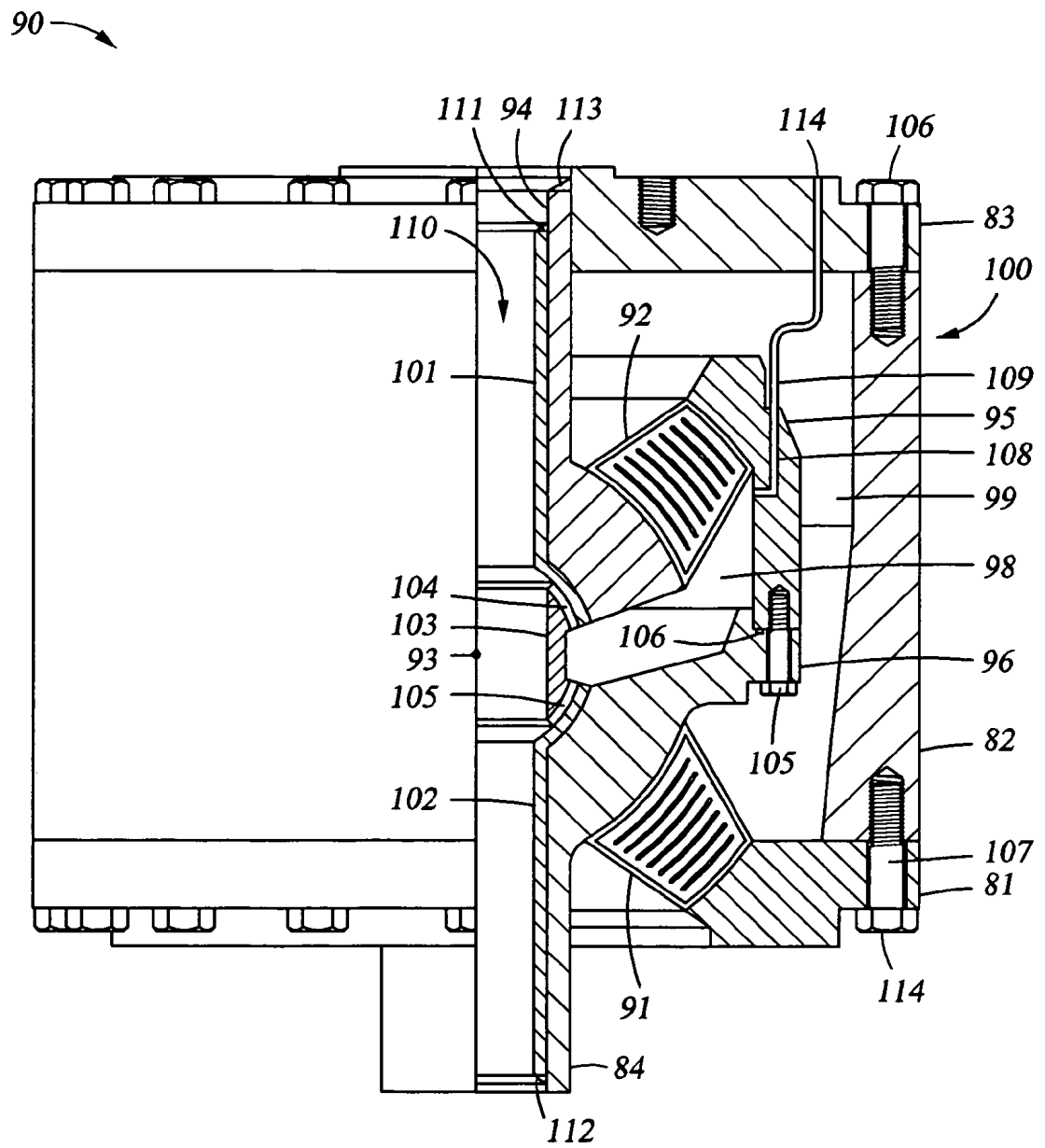


Fig. 8

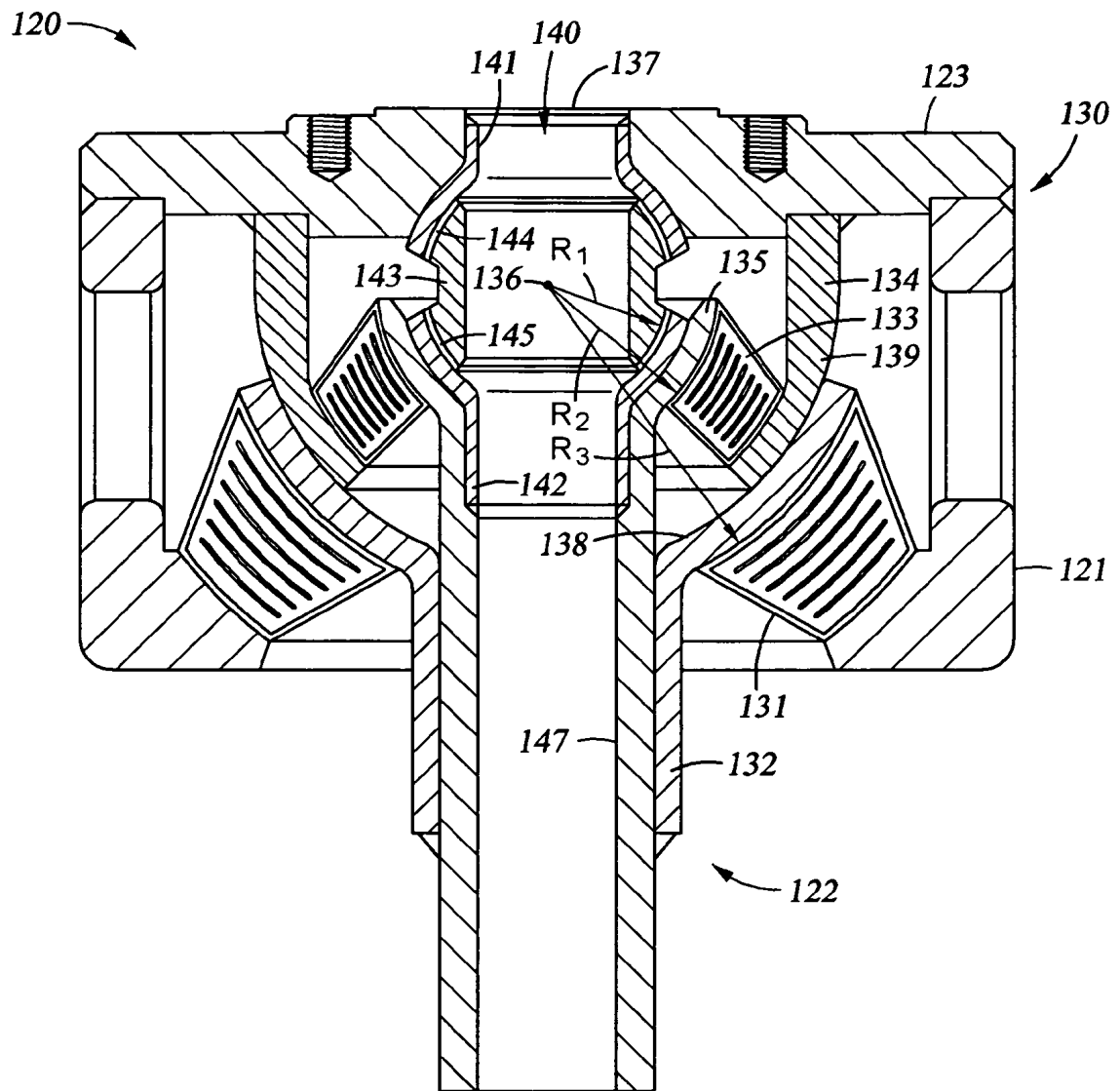


Fig. 9

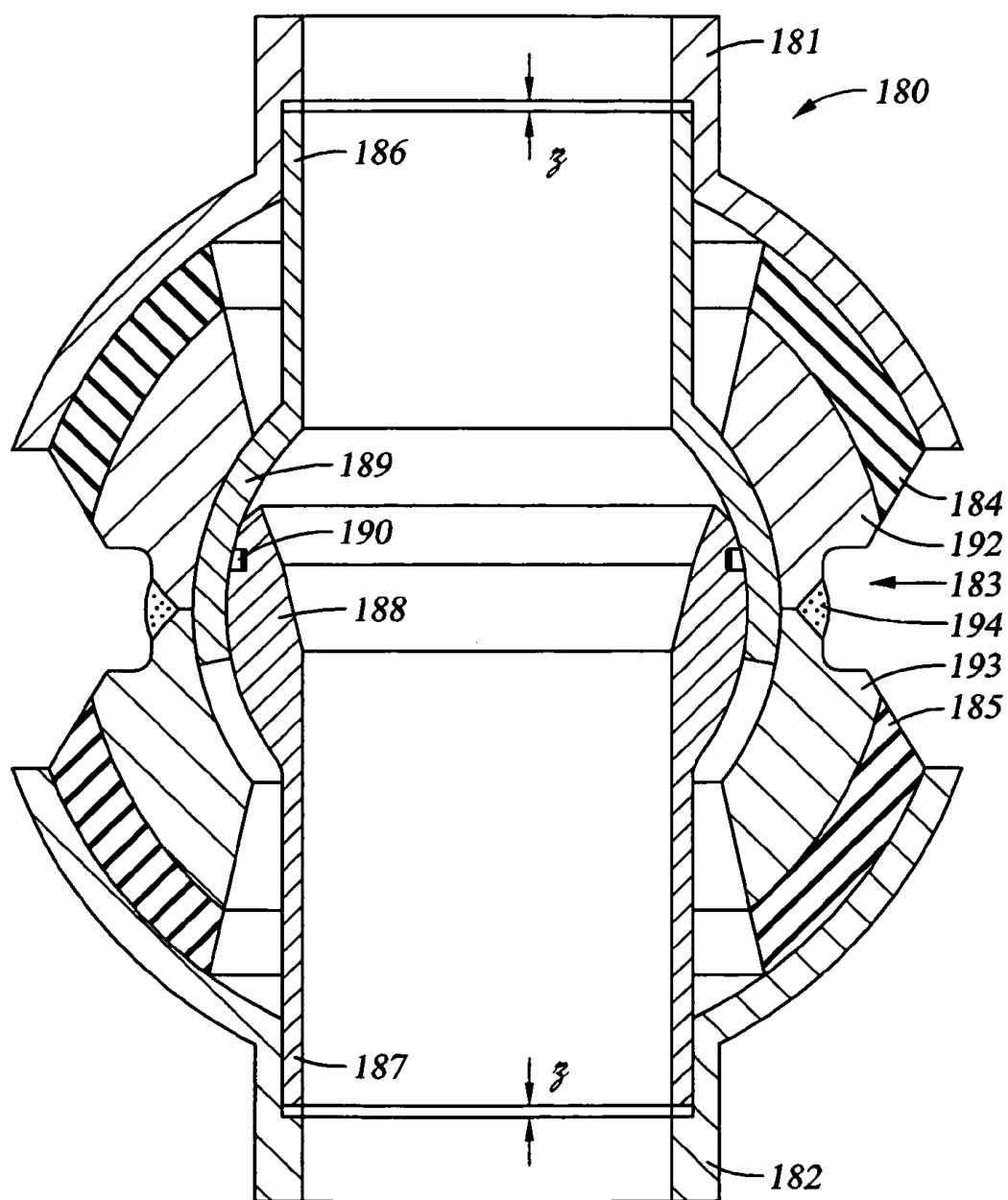


Fig. 10

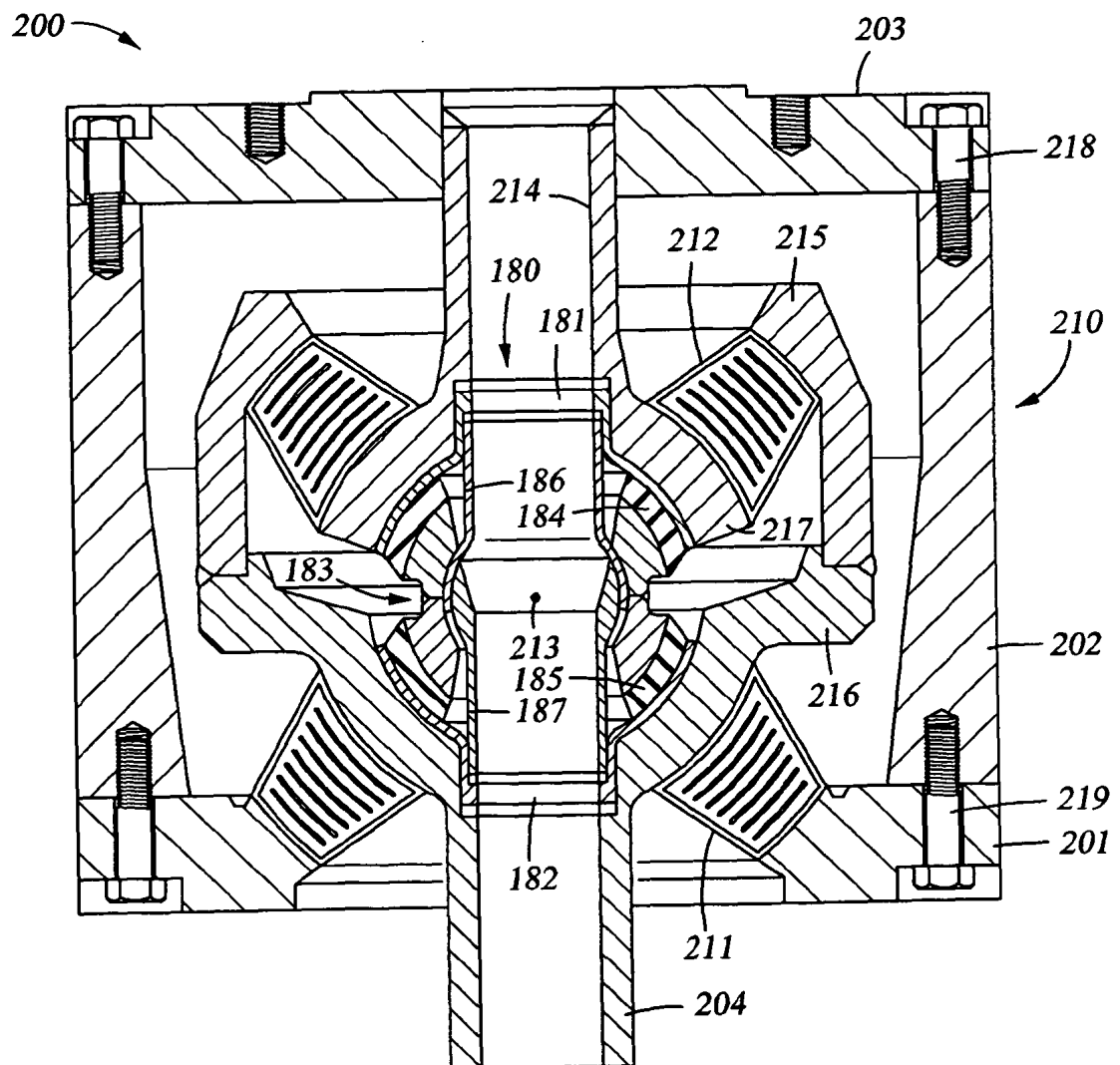


Fig. 11

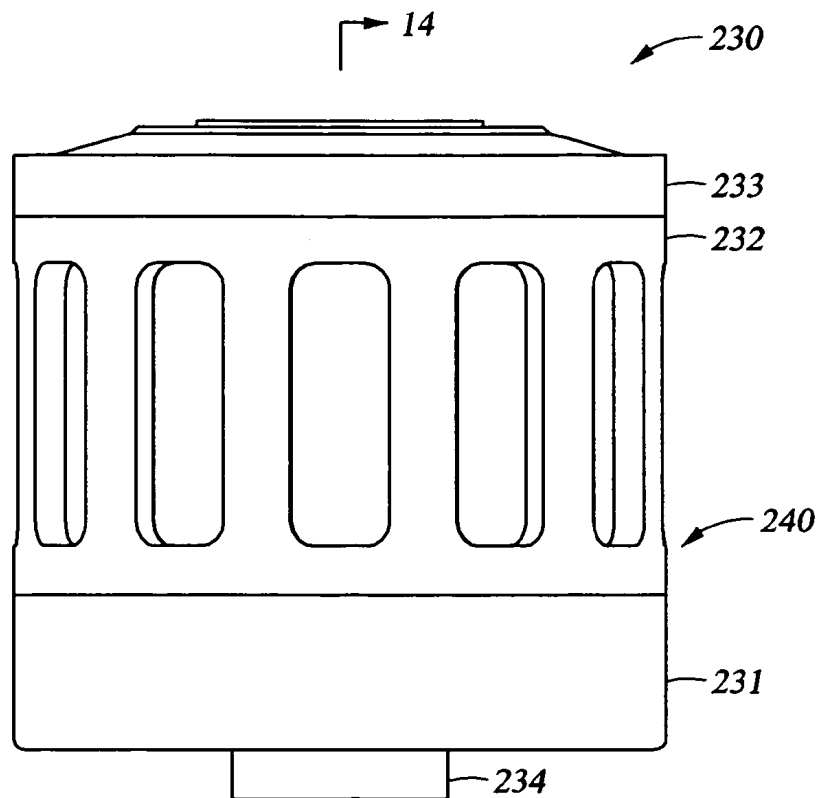


Fig. 12

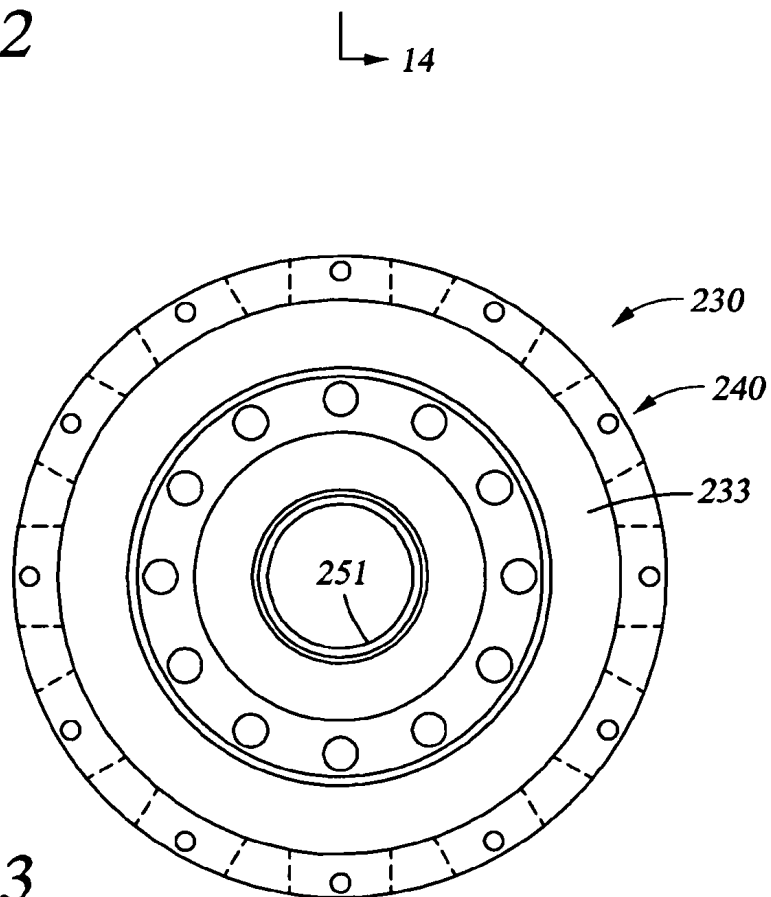


Fig. 13

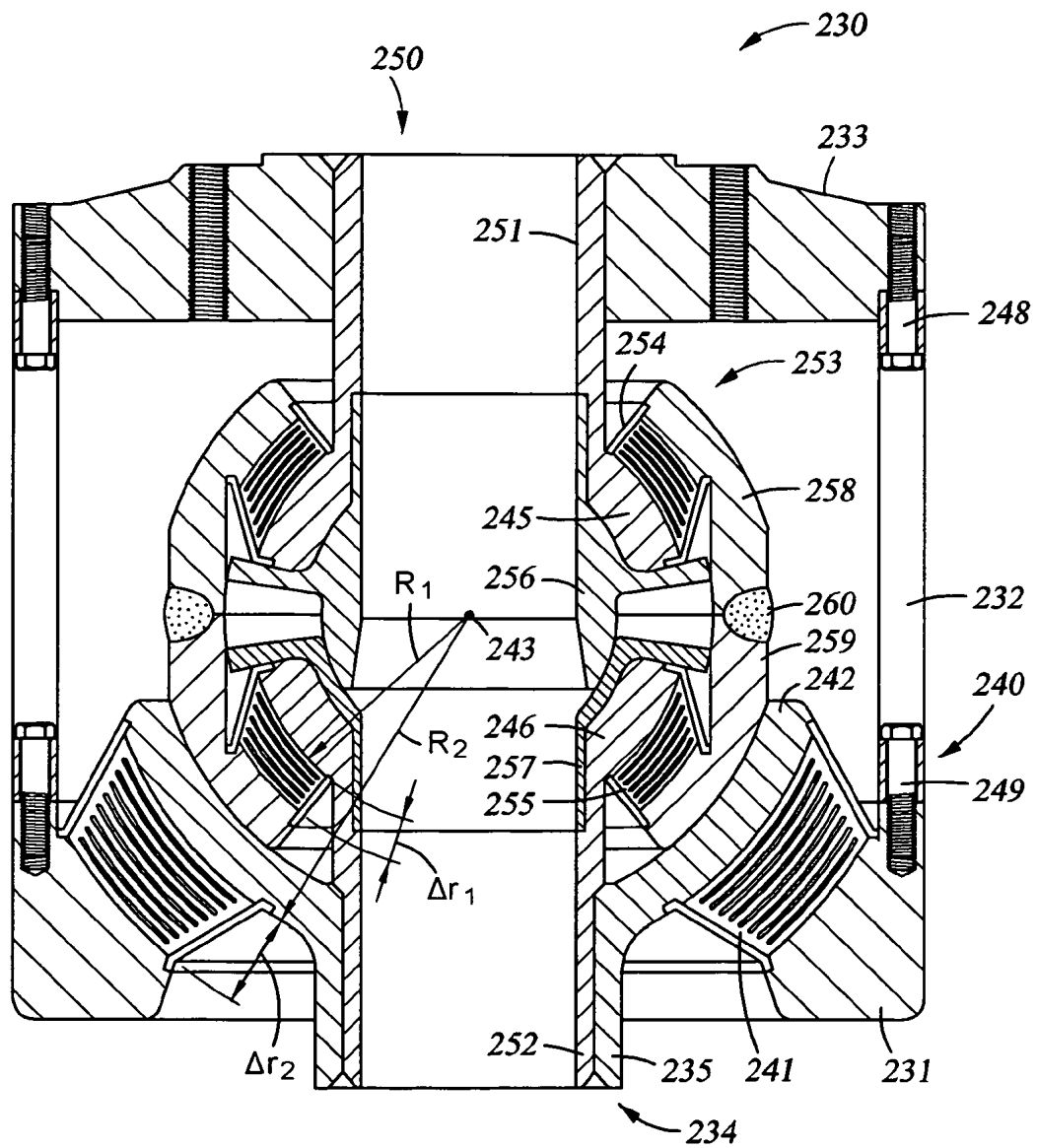


Fig. 14

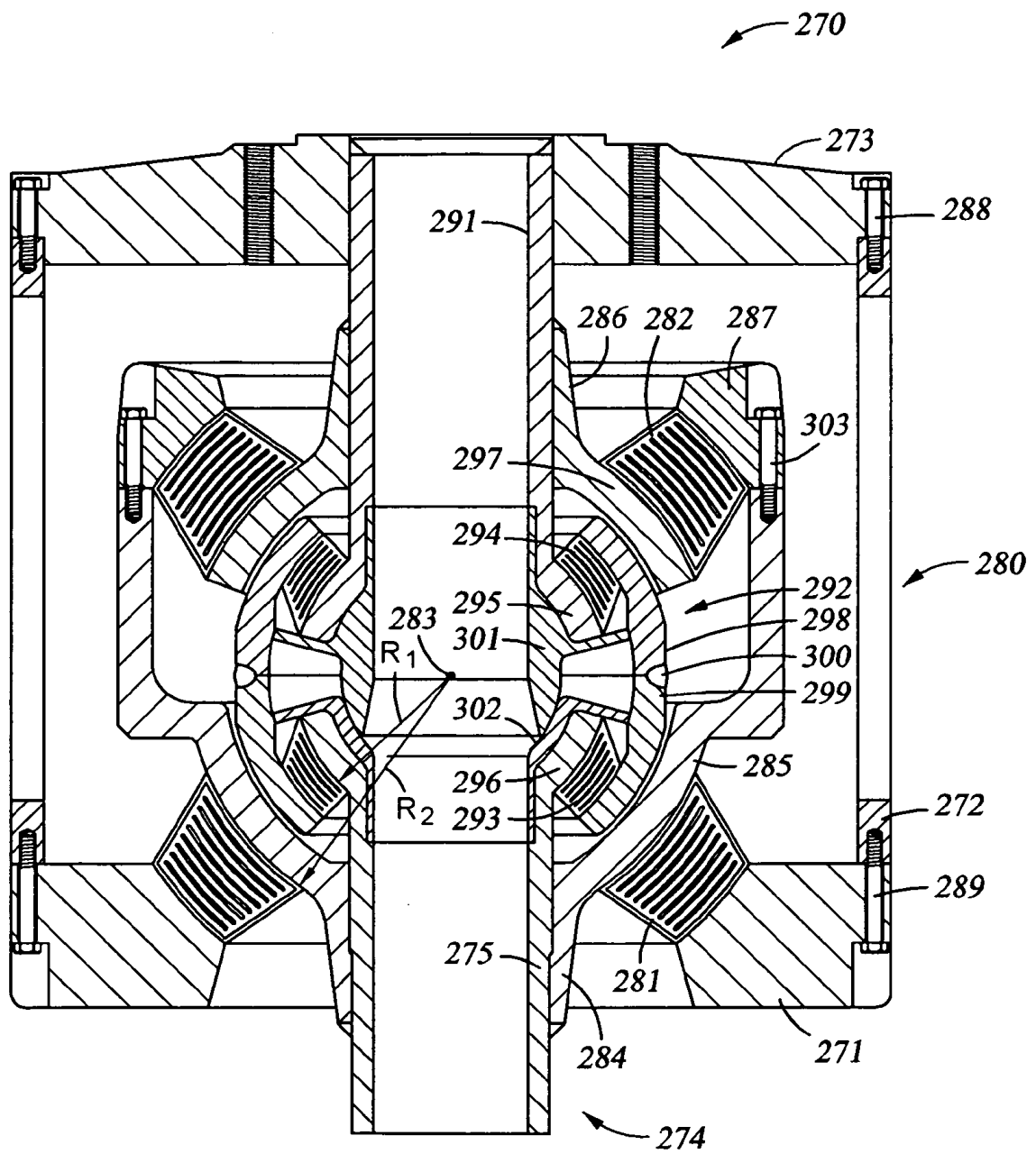


Fig. 15

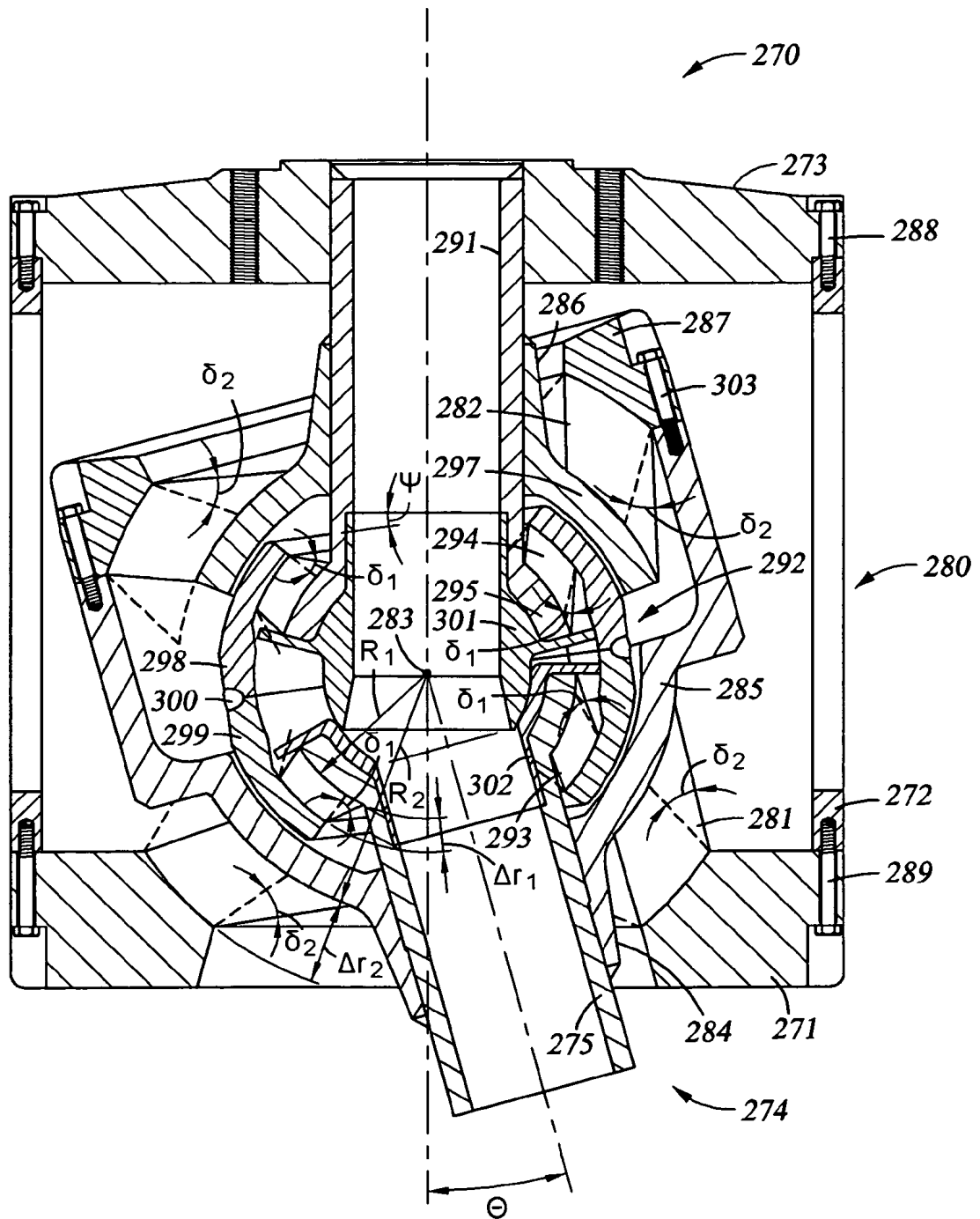


Fig. 16