

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 845**

51 Int. Cl.:

F16J 15/00 (2006.01)

F04B 53/14 (2006.01)

F04B 53/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.10.2012 PCT/US2012/059359**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.04.2013 WO13055690**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2012 E 12839952 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 2766642**

54 Título: **Conexión de alta presión sin junta**

30 Prioridad:

10.10.2011 US 201161545236 P

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

26.02.2020

73 Titular/es:

**KMT WATERJET SYSTEMS, INC. (100.0%)
635 West 12th Street, P.O. Box 231
Baxter Springs, Kansas 66713, US**

72 Inventor/es:

ROLL, ERIC D.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 744 845 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Conexión de alta presión sin junta

Datos de solicitudes relacionadas**Antecedentes**

5 La presente invención versa acerca de una conexión de alta presión sin junta para una bomba de fluido de presión ultraalta.

A menudo, se lleva a cabo un corte de precisión para fines industriales y comerciales mediante el uso de un sistema de chorro de agua que dirige una corriente de agua a alta velocidad a una superficie de material que ha de ser cortada. Los sistemas de chorro de agua presurizan agua hasta aproximadamente 206,84 MPa y convierten la presión en una corriente de fluido que se desplaza a velocidades superiores a Mach 2. Esta corriente de alta velocidad, a menudo mezclada con un abrasivo, es capaz de cortar a través de materiales duros, tales como metal y granito con grosores superiores a treinta centímetros.

10 El documento US 2010/001472 A1 proporciona un sistema de estanqueidad de fluido de alta presión, por ejemplo para un corte con agua, que tiene un mecanismo de carga compresiva que fuerza a una porción curvada, mediante una carga compresiva, contra otra porción curvada para definir una línea circular de estanqueidad.

Sumario

Las bombas que operan en un sistema de chorro de agua requieren conexiones de estanqueidad capaces de contener las altas presiones generadas. Las juntas de estanqueidad colocadas entre las superficies de estanqueidad en tal entorno están normalmente construidas de un material más blando que el de los componentes circundantes y tienden a romperse rápidamente, requiriendo una sustitución frecuente. Por lo tanto, un conjunto de estanqueidad para estos fines debería sellar de forma eficaz el lado de alta presión de un lado de baja presión sin un fallo prematuro ni necesitar un mantenimiento excesivo.

En una realización, se proporciona un sistema de alta presión según las características de la reivindicación 1.

25 Un sistema de bombeo de alta presión para fluido de más de 103,42 MPa define un eje longitudinal. Un primer componente incluye una primera cara de acoplamiento que tiene una primera superficie de contacto con una primera sección transversal no lineal que es convexa. Un segundo componente incluye una segunda cara de acoplamiento que tiene una segunda superficie de contacto con una segunda sección transversal no lineal que es cóncava. Un miembro de retención se acopla con uno del primer componente y del segundo componente para conectar de forma estanca la primera cara de acoplamiento con la segunda cara de acoplamiento para inhibir un escape de fluido entre las mismas.

30 Una bomba de alta presión para producir una presión del fluido superior a 103,42 MPa incluye un recipiente que incluye una porción extrema que tiene una primera cara de acoplamiento. El recipiente incluye un orificio del recipiente que define un eje longitudinal central y se encuentra en comunicación con una fuente de fluido. Un émbolo coopera con el recipiente para aumentar la presión de un fluido en el orificio. Un miembro de estanqueidad es recibido, al menos parcialmente, en el orificio y define una segunda cara de acoplamiento. Un miembro de retención se encuentra en contacto operativo con el miembro de estanqueidad y con el recipiente para casar la primera cara de acoplamiento con la segunda cara de acoplamiento para inhibir el escape de fluido del orificio. La primera cara de acoplamiento incluye una superficie convexa de contacto con un radio variable que aumenta continuamente con una distancia creciente desde el eje longitudinal.

40 Otros aspectos de la invención serán evidentes tras considerar la descripción detallada y de los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de un sistema de corte por chorro de agua abrasivo.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva de la bomba intensificadora del sistema de corte por chorro de agua abrasivo de la Fig. 1.

45 La Fig. 3 es una vista en sección transversal de la bomba intensificadora de la Fig. 2 tomada a lo largo de la línea 3-3.

La Fig. 4 es una vista parcial en sección transversal de una porción extrema de la bomba intensificadora de la Fig. 3.

50 La Fig. 5 es una vista parcial en sección transversal de la porción extrema de la Fig. 4, que muestra una porción de la culata de estanqueidad que se acopla con el recipiente cilíndrico.

La Fig. 6 es una vista parcial en sección transversal de otra realización de la porción extrema de la Fig. 4, que muestra una porción de la culata de estanqueidad que se acopla con el recipiente cilíndrico.

La Fig. 7 es una vista parcial en sección transversal de otra realización de la porción extrema de la Fig. 4, que muestra una porción de la culata de estanqueidad que se acopla con el recipiente cilíndrico.

La Fig. 8 es una vista parcial en sección transversal de otra realización de la porción extrema de la Fig. 4, que muestra una porción de la culata de estanqueidad que se acopla con el recipiente cilíndrico.

Descripción detallada

5 Antes de que se explique en detalle cualquiera de las realizaciones de la invención, se debe comprender que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y de la disposición de los componentes definidos en la siguiente descripción o ilustrados en los siguientes dibujos. Además, se debe comprender que la fraseología y la terminología utilizadas en la presente memoria tienen un fin descriptivo y no se deberían considerar limitantes. Se pretende que el uso de “incluir”, “comprender” o “tener” y variaciones de los mismos en la presente memoria abarque los elementos enumerados después de los mismos y equivalentes de los mismos, al igual que
10 elementos adicionales. Y según se utiliza en la presente memoria y en las reivindicaciones adjuntas, no se prevé que las expresiones “superior”, “inferior”, “arriba”, “abajo”, “delante”, “detrás” y otros términos requieran ninguna orientación particular, sino que únicamente se utilizan, en cambio, con fines descriptivos.

15 Se debería hacer notar que según se utiliza en la presente memoria “presión ultraalta” o “alta” hace referencia a una presión del fluido de más de 103,42 MPa. Una persona con un nivel normal de dominio de la técnica se dará cuenta de que a estas presiones elevadas se producen problemas excepcionales. Por lo tanto, las soluciones comunes para bombas de menor presión no son necesariamente aplicables a sistemas que operan a presiones superiores a 206,84 MPa y, de hecho, pueden producir resultados contrarios a los vistos en una operación de baja presión.

20 La Fig. 1 ilustra un sistema 10 de corte por chorro de agua abrasivo para cortar un material particular con una corriente de agua a alta presión mezclada con abrasivo. El sistema 10 de corte incluye una mesa 20 de corte con una superficie 22 de soporte de material y un conjunto 30 de cabeza de corte que incluye una cabeza 40 de corte. El conjunto 30 de cabeza de corte es controlado mediante un ordenador 50 y es amovible funcionalmente mediante los brazos 24, 26 de una forma conocida por los expertos en la técnica para proporcionar un corte en cualquier ubicación operable requerida sobre la superficie 22. Un sistema 60 de bombeo genera fluido a alta presión, normalmente agua, para el procedimiento de corte y proporciona esa agua a través de un tubo de alta presión (no mostrado) al conjunto 30 de
25 cabeza de corte. Un sistema 70 de alimentación suministra un material abrasivo, tal como polvo de granate, que se combina con la corriente de agua en la cabeza 40 de corte. Un sistema 80 de eliminación de abrasivos filtra el agua residual producida en el procedimiento para recuperar el abrasivo para un uso adicional. El agua residual puede ser eliminada a través de un desagüe o reciclada para minimizar el uso total de agua.

30 Las Figuras 2 y 3 ilustran una bomba 100 de alta presión de doble acción del sistema 60 de bombeo. Como es bien conocido por los expertos en la técnica, este tipo de bomba, también denominado bomba intensificadora, incluye un cilindro mecánico 110 que define una cámara 114 de fluido hidráulico. Un pistón 118 de doble lado acoplado con los émbolos enfrentados 122 tiene un movimiento de vaivén en el interior de la cámara 114 en respuesta al fluido hidráulico presurizado dirigido hacia dentro y hacia fuera de la cámara 114. Uno o más interruptores 126 de proximidad detectan el pistón 118, y cuando es detectado, envían una señal a un controlador, tal como un PLC, para conmutar una válvula de 4 vías en la bomba hidráulica, dirigiendo, de esta manera, aceite hidráulico al otro lado del pistón 118 a través de
35 las tomas 128 en la parte inferior del cilindro mecánico 110. El conjunto de pistón/émbolo actúa como un multiplicador de presión para aumentar la presión de un fluido, tal como agua, aspirada al interior de los orificios 130 de dos recipientes cilíndricos 134 enfrentados. Los recipientes 134 se acoplan al cilindro mecánico 110 a través de culatas hidráulicas 138. Se dispone una culata 140 de la bomba en los extremos 142, 144 de cada recipiente cilíndrico 134. La culata 140 de la bomba incluye una 146 culata de estanqueidad dispuesta parcialmente en el interior de una cubierta extrema 150. Cada extremo 142, 144 es sustancialmente idéntico y es capaz de suministrar fluido a alta presión al sistema de corte por chorro de agua.

45 Según se muestra en las Figuras 3 y 4, el conjunto 146 de la culata de estanqueidad incluye una válvula 154 de retención de entrada configurada para permitir que agua a baja presión entre en el orificio 130 según se retrae el émbolo 122, y una válvula 158 de retención de salida para dirigir fluido a alta presión hacia la salida 162 según avanza el émbolo 122 en el orificio 130. Con referencia a la Fig. 4, la cubierta extrema 150 en la realización ilustrada incluye roscas hembra 166 para casar con roscas macho 170 en una superficie externa de un husillo hueco 174. En otras realizaciones, la cubierta extrema 150 puede estar fijada al husillo hueco 174 con una conexión separable alternativa. Por ejemplo, pueden extenderse varillas de conexión (no mostradas) por la longitud del recipiente 134 y acoplar la culata hidráulica 138 con la cubierta extrema 150. Cada uno de una pluralidad de tornillos 180 de presión roscados en aberturas 184 de la cubierta extrema 150 incluye caras extremas 190 que se acoplan con el reborde 194 de la culata 146 de estanqueidad y proporciona una fuerza de compresión para presionar la culata 146 de estanqueidad hasta una relación de estanqueidad con una porción extrema 200 del recipiente cilíndrico 134. Como se describirá
50 adicionalmente a continuación, la culata 146 de estanqueidad incluye una cara 208 de acoplamiento próxima a una cara 212 de acoplamiento de la porción extrema 200 del recipiente cilíndrico 134. El recipiente cilíndrico fijado 134, la culata 146 de estanqueidad y la cubierta extrema 150 son todos concéntricos con un eje longitudinal 215 a través del centro del orificio 130.

60 Con referencia a la Fig. 5, la cara 208 de acoplamiento incluye una superficie generalmente curvada 216 de contacto. La superficie curvada 216 de contacto en la realización ilustrada es cóncava y tiene un radio R_1 de aproximadamente 17,8 mm, siendo posibles otros radios. En la construcción ilustrada, la superficie 216 está definida por una curva

circular continua que se extiende toda la longitud de la superficie 208, también siendo posibles otras curvas tales como elipses, óvalos, curvas de radio variable y similares.

La cara 212 de acoplamiento incluye una superficie sustancialmente lineal 218 y un radio 220 de unión formado entre la superficie lineal 218 y el orificio 130. Por lo tanto, la cara 212 de acoplamiento está definida en parte por la superficie lineal 218 y el radio 220 de unión convexa. El radio 220 de unión tiene un radio R_2 de aproximadamente 2,0 mm en construcciones preferentes, siendo posibles radios mayores y menores.

El acoplamiento de la superficie cóncava 216 y el radio 220 de unión proporciona un área más ancha de junta de estanqueidad de lo que se lograría si la superficie cóncava 216 fuese lineal. Durante la operación, el cilindro se expande radialmente que puede permitir que la culata 146 de estanqueidad y la superficie cóncava 216 se muevan hacia dentro ligeramente con respecto al radio 220 de unión. Durante este procedimiento cíclico, el radio 220 de unión convexa puede bascula en la superficie 216, de forma que se reduzca la cantidad de deslizamiento entre las superficies. La reducción de deslizamiento puede reducir la probabilidad de daños superficiales, mejorando, de ese modo, la vida útil de los componentes. El acoplamiento de las superficies 216 y 220, cuando se ejerce por la fuerza de una contra otra, presenta un ángulo variable de contacto cuando forman una junta de estanqueidad. El ángulo de contacto, cuando se casan primero las piezas, proporciona un ángulo α algo de contacto un tanto agudo con respecto al eje longitudinal 215 que permite que se enchavete la culata 146 de estanqueidad en el orificio 130 del cilindro 134, formando rápidamente, por lo tanto, una junta de estanqueidad con una fuerza relativamente baja de tornillo de presión. Según se aprietan adicionalmente los tornillos 180 de presión para ejercer la precarga apropiada sobre la junta, el ángulo α de contacto cambia de forma que se reduzca la acción de enchavetado sobre el orificio 130 del cilindro 134, que reduce la introducción de esfuerzos circunferenciales adicionales de tracción en el orificio, y la carga de contacto de la culata 146 de estanqueidad sobre el extremo del cilindro 134 se vuelve más axial.

En otras construcciones, la cara 212 de acoplamiento incluye una superficie curvada convexa 224 que se extiende a lo largo de al menos una porción de la cara 212 de acoplamiento y puede confluir o no con una superficie lineal, según se muestra en la Fig. 6. La superficie 224 puede estar definida por una curva sencilla tal como un círculo, una elipse, un óvalo o similar. De forma alternativa, la superficie 224 está definida por una curva compleja, que define un radio que varía como una función de la distancia desde el eje longitudinal 215. El radio de la superficie 224 puede variar continuamente desde un punto que tiene un radio designado R_3 hasta otro punto que tiene un radio designado R_4 , o puede variar de forma no continua desde R_3 hasta R_4 . Específicamente, el radio de la superficie 224 puede variar continuamente de forma que exista un número infinito de radios entre R_3 y R_4 . De forma alternativa, el radio de la superficie 224 puede variar de forma no continua, de manera que exista un número concreto de radios distintos (por ejemplo, uno, dos, tres, etc.) entre R_3 y R_4 y, en algunas construcciones, la superficie 224 puede estar limitada a un número concreto de radios distintos conectados linealmente. En la construcción de la Fig. 6, el radio R_3 de la curva es más pequeño cerca del eje, por ejemplo, aproximadamente 1,5 mm, y aumenta según aumenta la distancia desde el eje. Según se ilustra, el radio a lo largo de la superficie 224 pasa uniformemente desde R_3 hasta un radio R_4 más grande que varía desde aproximadamente 6,4 mm hasta aproximadamente 9,5 mm. Además, la superficie cóncava 216 de contacto en tal realización puede tener un radio R_1 que varía desde aproximadamente 8,5 mm hasta aproximadamente 12,7 mm. La superficie cóncava 216 puede estar dispuesta, de forma similar, de manera que pueda definirse por una curva sencilla o por una curva compleja que puede variar continuamente o no continuamente desde R_5 hasta R_1 de la misma forma que se ha descrito anteriormente para R_3 y R_4 .

En otra realización, la cara 208 de acoplamiento incluye una superficie curvada generalmente convexa 228 que se extiende toda la longitud de la superficie 208. Con referencia a la Fig. 7, se muestra la superficie curvada convexa 228 próxima a la superficie lineal 218 y al radio 220 de unión de la cara 212 de acoplamiento de la construcción ilustrada en la Fig. 5. En esta construcción, la superficie curvada 228 hace contacto con el radio 220 de unión para formar una junta de estanqueidad entre los mismos. En construcciones alternativas, se sustituyen la superficie lineal 218 y el radio 220 de unión por una superficie curvada convexa, para incluir cualquiera de las superficies 224 mencionadas anteriormente de la Fig. 6.

El acoplamiento de la superficie convexa 228 y el radio 220 de unión (o la superficie curvada) permite un área más estrecha de estanqueidad de lo que se lograría si la superficie convexa 228 fuese lineal. La junta de estanqueidad más estrecha aumenta la presión de contacto por longitud unitaria en comparación con otros diseños. Durante la operación, el cilindro se expande radialmente, que puede permitir que la culata 146 de estanqueidad y la superficie convexa 228 se muevan hacia dentro ligeramente con respecto al radio 220 de unión. Durante este procedimiento cíclico, el radio 220 de unión convexa puede bascular en la superficie 228, de forma que se reduzca la cantidad de deslizamiento entre las superficies. La reducción en el deslizamiento puede reducir la probabilidad de daños superficiales, mejorando, de ese modo, la vida útil de los componentes.

Con referencia a la Fig. 8, otra construcción incluye una junta de estanqueidad formada entre una cara 212 de acoplamiento definida por una superficie curvada cóncava continua 232 y la superficie curvada convexa 228 identificada anteriormente.

En vez de definir la superficie 232 con una curva sencilla tal como un círculo, una elipse, un óvalo o similar, la superficie 232 está definida por una curva compleja. Específicamente, la curva compleja define un radio que varía como una función de la distancia desde el eje longitudinal 215. En la construcción ilustrada, el radio de la curva es máximo cerca

del eje y disminuye continuamente según aumenta la distancia desde el eje. Por lo tanto, el radio de la curva en un punto 236 de la superficie 232 es mayor que el radio de la curva en un punto 240.

La construcción de la Fig. 8 proporciona beneficios similares a los descritos para la construcción de la Fig. 5. Además, el uso de una curva o espiral de radio variable para definir la superficie 232 mejora la estanqueidad de la junta. Según se monta la culata 146 de estanqueidad en el cilindro 134 se produce una acción de enchavetado. La acción de enchavetado tiende a ensanchar la abertura en el extremo del cilindro y es una función del ángulo α de contacto entre las superficies. Al hacerse menor el ángulo, aumenta la acción de enchavetado. Sin embargo, la disposición de la Fig. 8 es tal que según se mueve la culata 146 de estanqueidad adentrándose más en el cilindro 134, el ángulo α de contacto aumenta ligeramente, reduciendo, de ese modo, la acción de enchavetado según se aumentan las fuerzas de la culata 146 de estanqueidad. La reducción en el enchavetado puede producir una junta que proporciona una estanqueidad adecuada con menos fuerza de lo que se requeriría con otra disposición.

En otras construcciones, se podrían emplear otras curvas o combinaciones de curvas para formar las superficies de las caras 208, 212 de acoplamiento. Por ejemplo, se podrían utilizar óvalos, elipses, otras secciones cónicas, etc. por sí solos o en combinación para definir las caras 208, 212 de acoplamiento. En otras construcciones adicionales, se podrían emplear otras curvas complicadas o compuestas para las superficies de las caras 208, 212 de acoplamiento. También se debería hacer notar que se podrían combinar o cambiar los ejemplos ilustrados en la presente memoria de forma que se podrían aplicar aspectos de una construcción ilustrada a otras construcciones ilustradas o descritas en la presente memoria.

Cuando se juntan mediante la fijación de la cubierta extrema 150 al husillo hueco 174 y la acción de los tornillos 180 de presión, las superficies mencionadas anteriormente de las caras 208, 212 de acoplamiento ilustradas en las Figuras 5-8 se acoplan entre sí en un punto de contacto 250, la línea tangencial al cual forma un ángulo α de contacto con respecto al eje longitudinal 215 (también ilustrado localmente con respecto al punto de contacto 250 en las Figuras 5-8). En algunas construcciones, el ángulo α de contacto varía desde aproximadamente 30° hasta aproximadamente 60° . En una construcción, el ángulo α de contacto puede ser de aproximadamente 37° . En otra construcción, el ángulo α de contacto puede ser de aproximadamente 45° . En otra construcción más, el ángulo α de contacto puede ser de aproximadamente 55° .

En operación, la cubierta extrema 150 está fijada al husillo hueco 174 para alinear de forma apropiada y proporcionar una primera cantidad de fuerza de compresión entre la culata 146 de estanqueidad y la porción extrema 200 del recipiente cilíndrico 134. En el caso de la construcción de las Figuras 3 y 4, la cubierta extrema 150 está fijada al husillo hueco 174 que está anclado en la culata hidráulica 138. Se hacen girar los tornillos 180 de presión para acoplar las caras extremas 190 con el reborde 194 del conjunto 146 de la culata de estanqueidad hasta que se obtiene una cantidad final deseada de fuerza de compresión. Cuando se giran los tornillos 180 de presión, se tensa el husillo hueco 174 y se comprime el recipiente cilíndrico 134 debido a la carga axial. Durante la rotación del tornillos 180 de presión, las caras extremas 190 empujan la culata 146 de estanqueidad y las caras 208, 212 de acoplamiento juntándolas. Las caras 208, 212 de acoplamiento se encuentran entre sí en el punto de contacto 250 según se ha descrito anteriormente para formar una junta de estanqueidad que inhibe un escape no deseado de flujo desde el orificio 130 en todas las fluctuaciones de presión operativa del ciclo de bombeo. En otros diseños, se combinan el husillo hueco 174 y el recipiente cilíndrico 134 en una pieza y otro procedimiento de tensión, dado que se emplean varillas de conexión para proporcionar la compresión necesaria entre el recipiente cilíndrico 134 y la culata 146 de estanqueidad. En otro diseño más, la cubierta extrema 150 está fijada directamente al recipiente cilíndrico 134 utilizando roscas hembra y macho, sin la necesidad del husillo hueco 174.

Se ha determinado inesperadamente que las configuraciones de acoplamiento estanco ilustradas y descritas tienen como resultado una junta de estanqueidad más eficaz entre la culata 146 de estanqueidad y el recipiente cilíndrico 134 que las identificadas en anteriores configuraciones de acoplamiento que tienen geometrías alternativas. Como ejemplo, el punto de contacto 250 de las configuraciones de las Figuras 5-8 se encuentra en proximidad más cercana al eje longitudinal 215 que en anteriores configuraciones. Por lo tanto, el fluido de alta presión que está sellado actúa sobre un área superficial más pequeña de la culata 146 de estanqueidad, lo que tiene como resultado una menor fuerza que tiende a separar la culata de estanqueidad del cilindro 134. Por esta y otras razones, se ha descubierto que el acoplamiento de la culata 146 de estanqueidad y del recipiente cilíndrico 134, según se ilustra en cualquiera de las Figuras 5-8 y se describe adicionalmente en la presente memoria, proporciona una conexión estanca satisfactoria con un menor valor requerido de fuerza de compresión mientras que se reduce al mismo tiempo la incidencia de escoriación y descamación entre las superficies de contacto. La escoriación y la descamación menores aumentan la capacidad de los componentes de volver a sellarse, aumentando, de ese modo, la vida útil de los componentes.

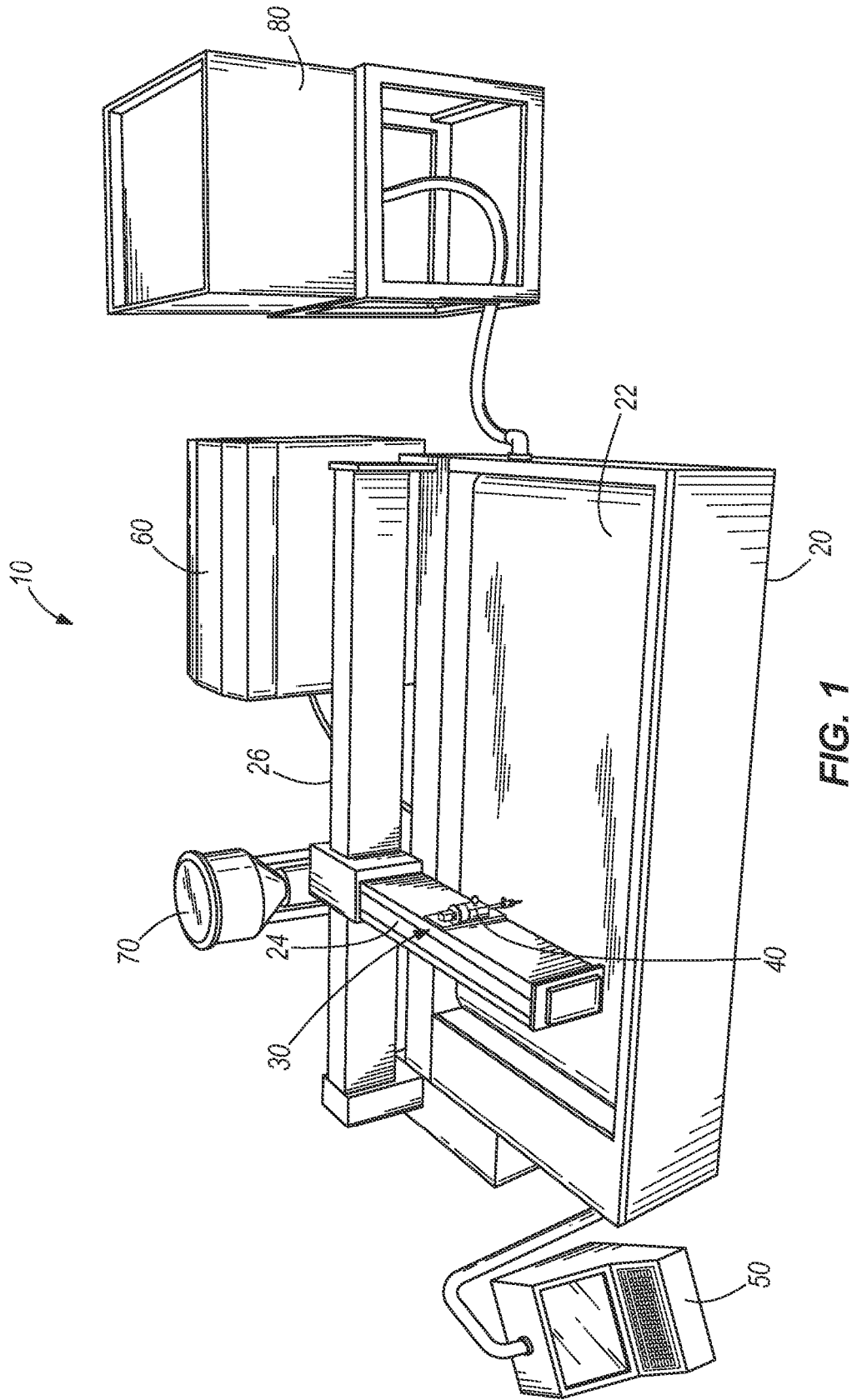
En todas las realizaciones mencionadas anteriormente, se debe comprender que todo el contacto operativo de estanqueidad del cilindro 134 con la culata 146 de estanqueidad se produce entre dos superficies curvadas, según se ha descrito en la presente memoria.

En las siguientes reivindicaciones se definen diversas características y ventajas de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (60) de bombeo a alta presión para fluido a más de 103,4 MPa, definiendo el sistema (60) de bombeo un eje longitudinal (215) y que comprende:
 - 5 un sistema de estanqueidad para una bomba (100) a alta presión, teniendo la bomba (100) un recipiente (134) que define un orificio (130) del recipiente y que tiene una porción extrema (140), teniendo el orificio (130) del recipiente una primera cara (212) de acoplamiento y que define un eje longitudinal central (215), incluyendo la bomba (100), además, un émbolo (122) que coopera con el recipiente (134) para aumentar la presión de un fluido en el orificio (130), comprendiendo el sistema de estanqueidad:
 - 10 un miembro (146) de estanqueidad recibido, al menos parcialmente, en el orificio (130) y que define una segunda cara (208) de acoplamiento; y
 - un miembro (150) de retención en contacto operativo con el miembro (146) de estanqueidad para casar la primera cara (212) de acoplamiento con la segunda cara (208) de acoplamiento para inhibir el escape de fluido por el orificio (130),
 - 15 **caracterizado porque:**
 - la primera cara (212) de acoplamiento incluye una primera superficie (218, 220; 224; 232) de contacto, y en el que la segunda cara (208) de acoplamiento incluye una segunda superficie (216; 228) de contacto en contacto con la primera superficie (218, 220; 224; 232) de contacto, teniendo una de las superficies primera y segunda de contacto una sección transversal cóncava no lineal y teniendo la otra de las superficies primera y segunda de contacto una sección transversal convexa no lineal.
- 20 2. El sistema (60) de bombeo a alta presión de la reivindicación 1, en el que la sección transversal no lineal de la primera superficie de contacto es cóncava y la sección transversal no lineal de la segunda superficie de contacto es convexa, o en el que la sección transversal no lineal de la primera superficie (224) de contacto es convexa y la sección transversal no lineal de la segunda superficie (216) de contacto es cóncava.
- 25 3. El sistema (60) de bombeo a alta presión de la reivindicación 2, en el que la sección transversal no lineal de la segunda superficie (216) de contacto incluye una primera sección transversal cóncava que tiene un primer radio (R3) y una segunda sección transversal cóncava adyacente a la primera sección transversal cóncava que tiene un segundo radio (R4) que es distinto del primer radio (R3), en el que, preferentemente, el primer radio (R3) está dispuesto más cerca del eje longitudinal (215) que el segundo radio (R4), y en el que, además, el primer radio (R3) es menor que el segundo radio (R4).
- 30 4. El sistema (60) de bombeo a alta presión de la reivindicación 2, en el que la sección transversal no lineal de la segunda superficie (216) de contacto incluye un primer radio (R3) y un segundo radio (R4) distinto del primer radio (R3), y en el que el radio de la sección transversal no lineal de la segunda superficie (224) de contacto entre el primer radio (R3) y el segundo radio (R4) es continuamente variable, en el que, preferentemente, el primer radio (R3) está dispuesto más cerca del eje longitudinal (215) que el segundo radio (R4), y en el que, además, el primer radio (R3) es menor que el segundo radio (R4).
- 35 5. El sistema (60) de bombeo a alta presión de la reivindicación 2, en el que la sección transversal no lineal de la primera superficie (224) de contacto incluye una porción más interna que tiene un primer radio y una porción más externa que tiene un segundo radio distinto del primer radio, y en el que el radio entre la porción más interna y la porción más externa es continuamente variable entre el primer radio y el segundo radio.
- 40 6. El sistema (60) de bombeo a alta presión de la reivindicación 2, en el que la primera superficie (224) de contacto y la segunda superficie (216) de contacto hacen contacto en un punto de contacto inicial y en el que una tangente de la primera superficie (224) de contacto en el punto de contacto inicial está inclinada aproximadamente 45 grados con respecto al eje longitudinal (215).
- 45 7. El sistema (60) de bombeo a alta presión de la reivindicación 1, en el que la primera sección transversal no lineal incluye una primera sección transversal convexa en una porción más interna de la primera superficie de contacto que tiene un primer radio y una segunda sección transversal convexa adyacente a la primera sección transversal convexa y que tiene un segundo radio que es distinto del primer radio.
8. El sistema (60) de bombeo a alta presión de la reivindicación 7, en el que el primer radio es menor que el segundo radio.
- 50 9. El sistema (60) de bombeo a alta presión de la reivindicación 7, en el que la segunda sección transversal no lineal incluye una primera sección transversal cóncava en una porción más interna de la segunda superficie (216) de contacto que tiene un tercer radio (R3) y una segunda sección transversal cóncava adyacente a la primera sección transversal cóncava y que tiene un cuarto radio (R4) que es distinto del tercer radio (R3), en el que, preferentemente, el tercer radio (R3) es menor que el cuarto radio (R4).

- 5
- 10
- 15
- 20
10. El sistema (60) de bombeo a alta presión de la reivindicación 1, en el que la primera sección transversal no lineal incluye una porción más interna que tiene un primer radio y una porción más externa que tiene un segundo radio distinto del primer radio, y en el que el radio entre la porción más interna y la porción más externa es continuamente variable entre el primer radio y el segundo radio, en el que, preferentemente, la segunda sección transversal no lineal incluye una porción más interna que tiene un tercer radio (R3) y una porción más externa que tiene un cuarto radio (R4) distinto del tercer radio (R3), y en el que el radio entre la porción más interna y la porción más externa es continuamente variable entre el tercer radio (R3) y el cuarto radio (R4).
 11. El sistema (60) de bombeo a alta presión de la reivindicación 1, en el que la primera cara (212) de acoplamiento y la segunda cara (208) de acoplamiento hacen contacto en un punto de contacto inicial y en el que una tangente de la primera cara (212) de acoplamiento en el punto de contacto inicial está inclinada aproximadamente 45 grados con respecto al eje longitudinal (215).
 12. El sistema (60) de bombeo a alta presión de la reivindicación 1, en el que el primer componente incluye un orificio longitudinal (130) dimensionado para recibir un émbolo (122).
 13. El sistema de bombeo a alta presión de la reivindicación 1, en el que la sección transversal no lineal de al menos una de las superficies primera o segunda de contacto incluye un primer radio y un segundo radio distinto del primer radio, y en el que un radio entre el primer radio y el segundo radio es continuamente variable.
 14. El sistema de bombeo a alta presión de la reivindicación 13, en el que la sección transversal no lineal de la primera superficie de contacto incluye el primer radio y el segundo radio distinto del primer radio, y en el que el radio entre el primer radio y el segundo radio es continuamente variable.
 15. El sistema de bombeo a alta presión de la reivindicación 13, en el que la sección transversal no lineal de la segunda superficie de contacto incluye el primer radio y el segundo radio distinto del primer radio, y en el que el radio entre el primer radio y el segundo radio es continuamente variable.



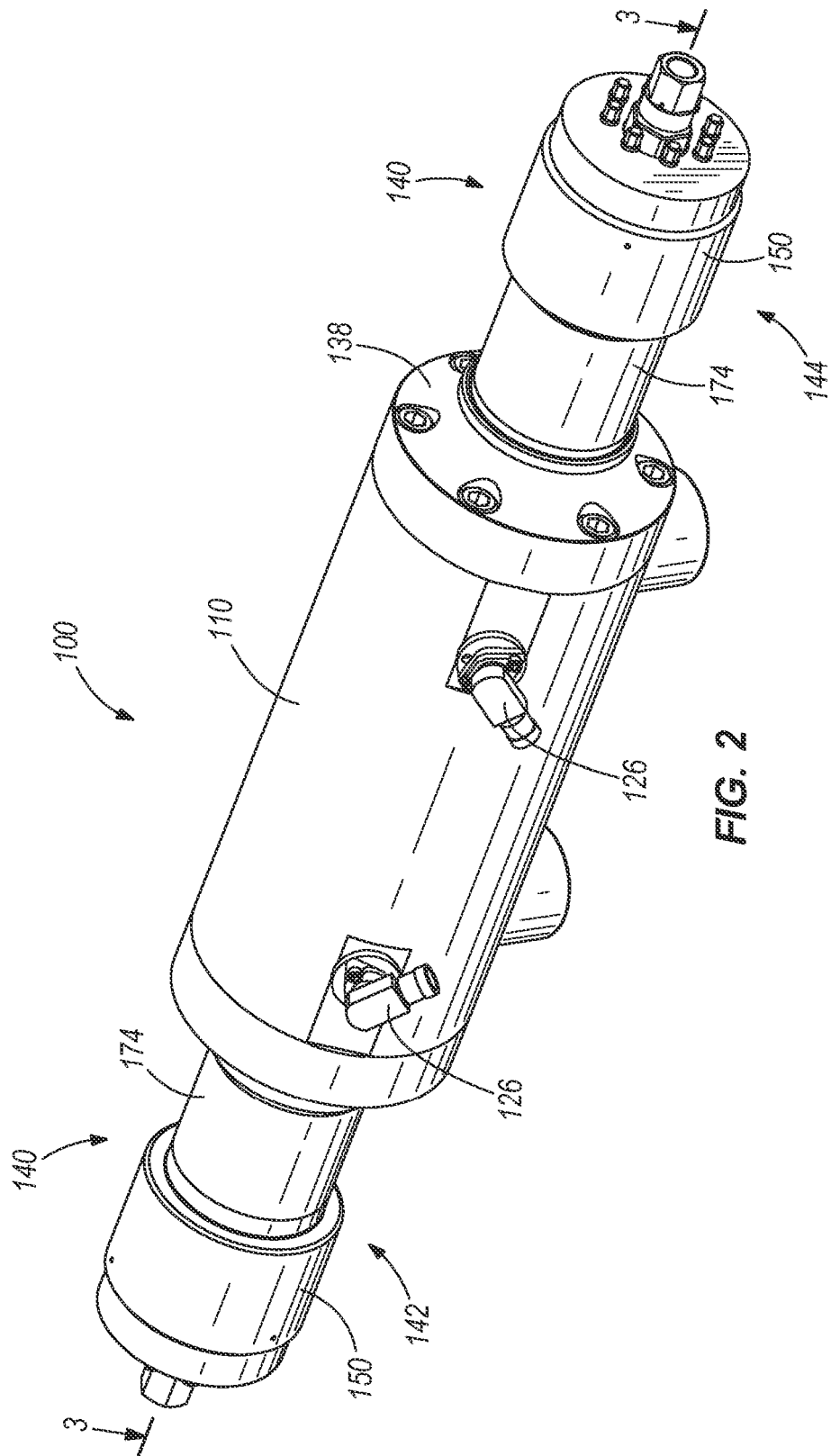


FIG. 2

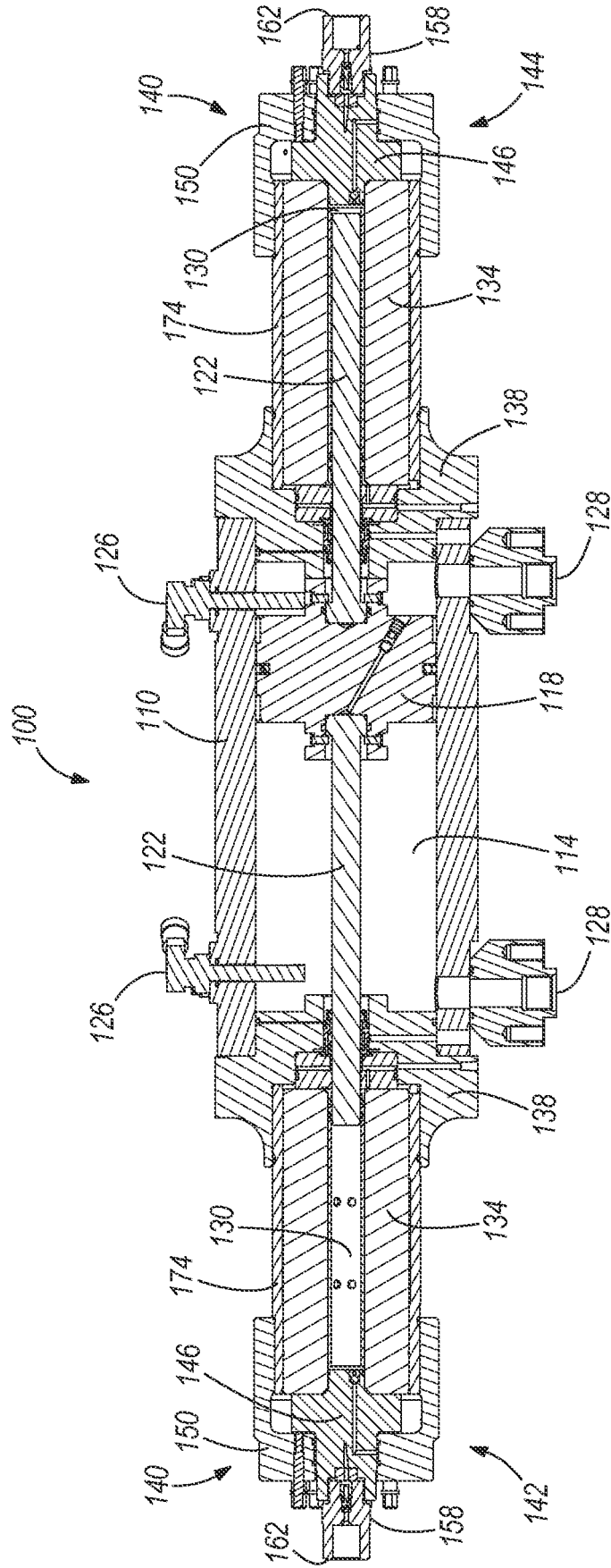


FIG. 3

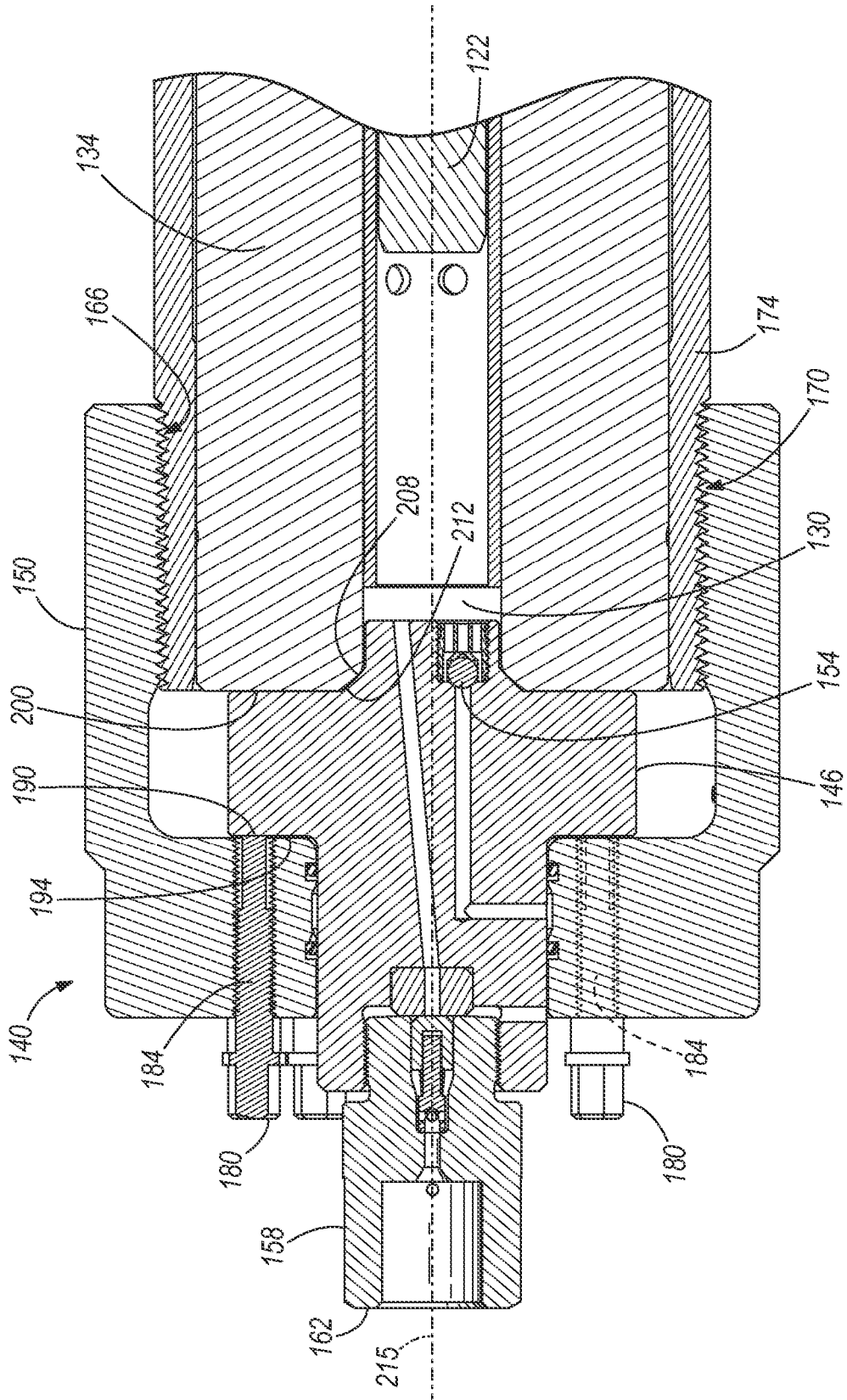


FIG. 4

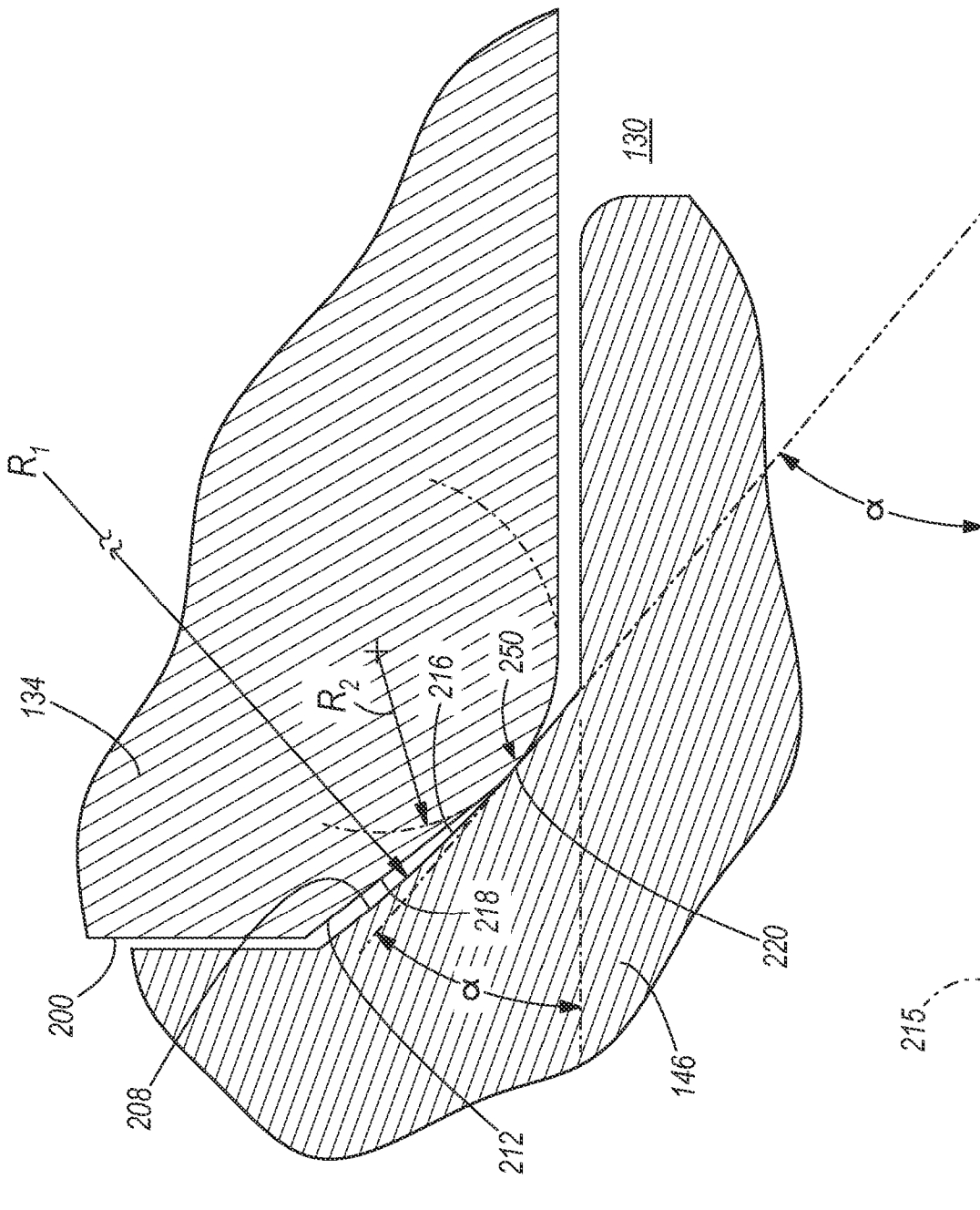


FIG. 5

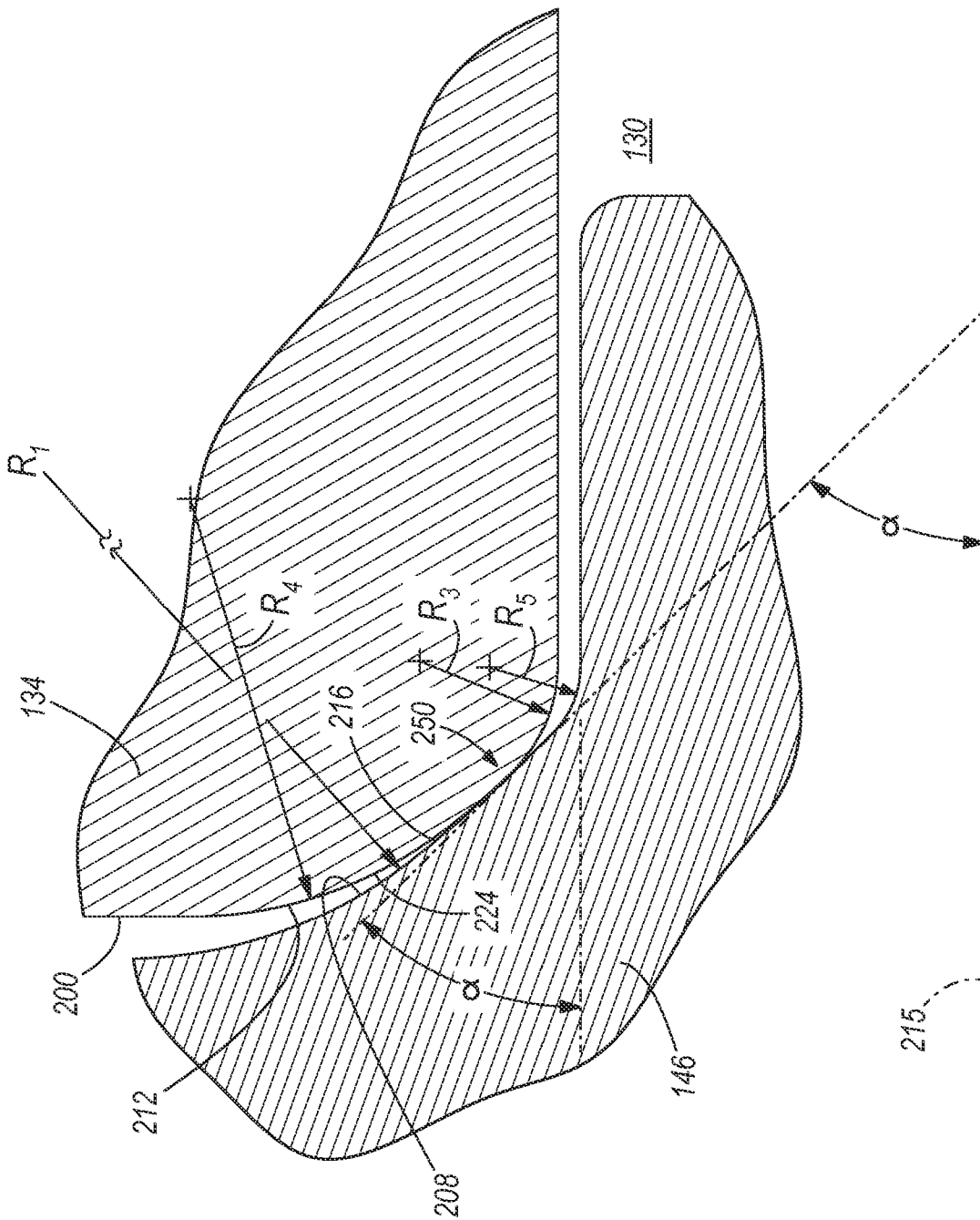


FIG. 6

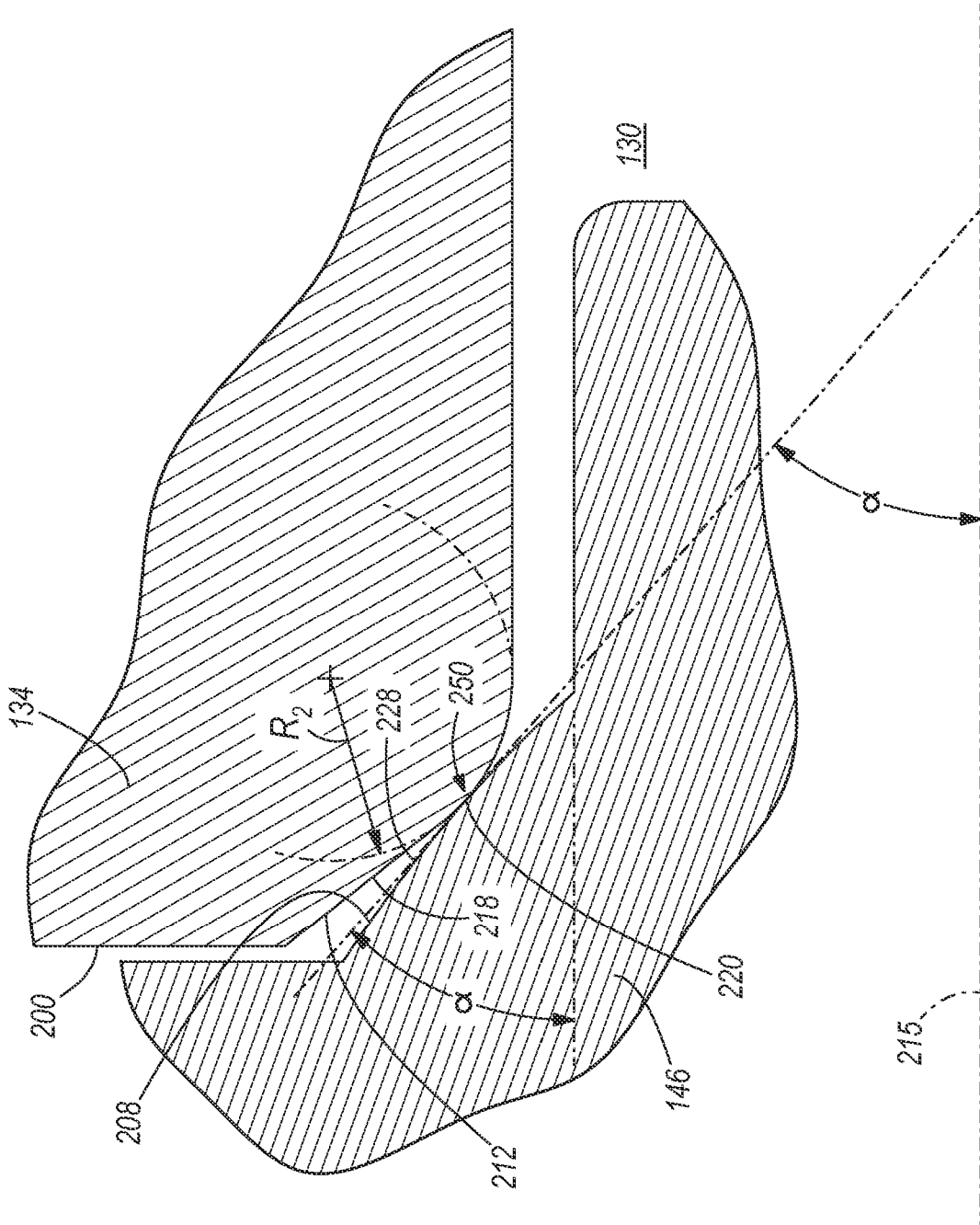


FIG. 7

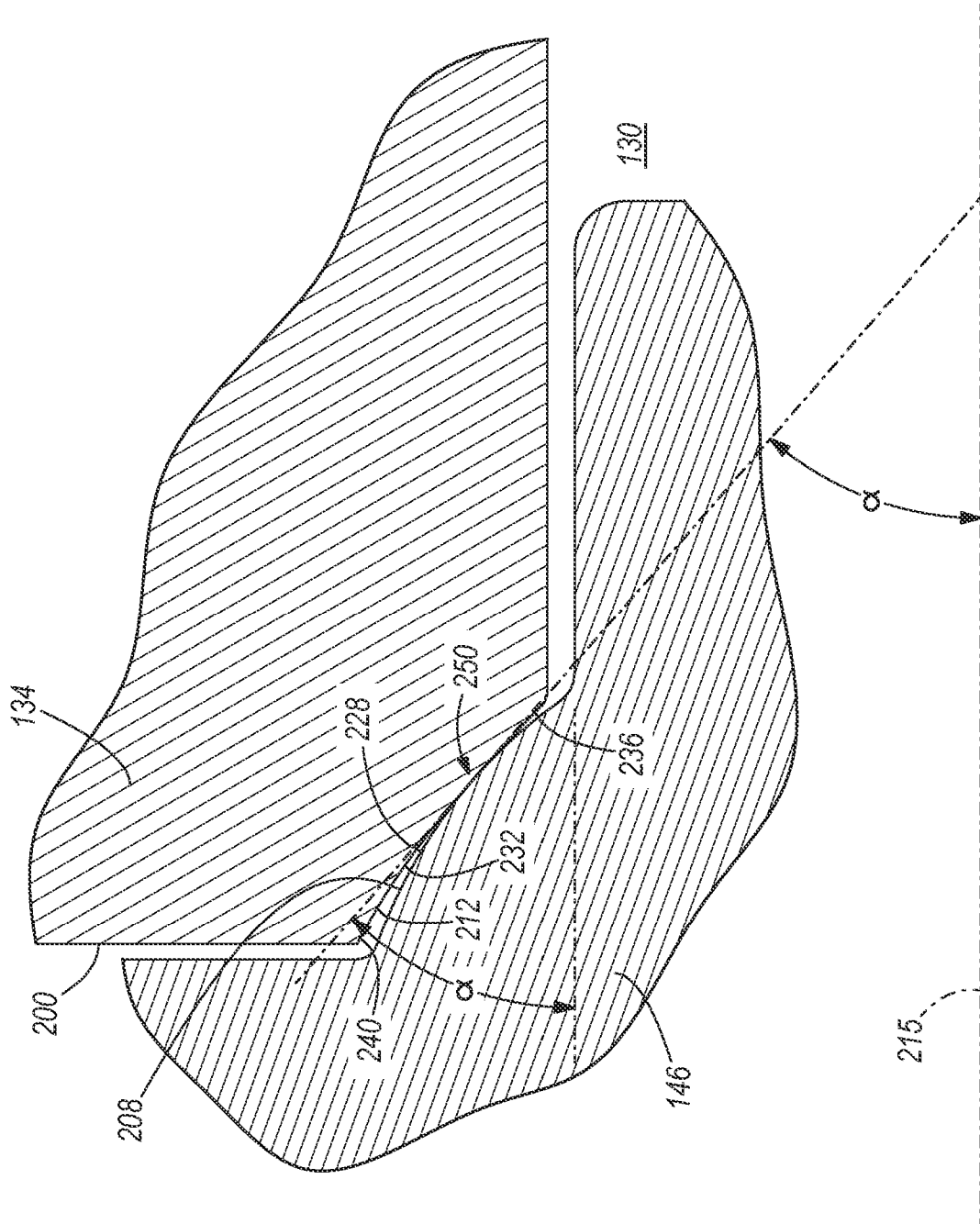


FIG. 8