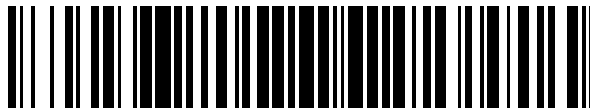


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 775**

51 Int. Cl.:

B21D 17/04 (2006.01)

B21D 22/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2012** **E 12827775 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015** **EP 2750815**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para moldear por centrifugación**

30 Prioridad:

02.09.2011 US 201161530771 P

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

20.10.2015

73 Titular/es:

**VICTAULIC COMPANY (100.0%)
4901 Kesslersville Road
Easton, PA 18040, US**

72 Inventor/es:

**NOVITSKY, MICHAEL R. y
HAAS, EARL**

74 Agente/Representante:

MARTÍN SANTOS, Victoria Sofia

ES 2 548 775 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

Procedimiento y dispositivo para moldear por centrifugación

5

Campo de la invención

10

Esta invención se refiere a procedimientos de centrifugación para la conformación de elementos de tubería creando una superficie de apoyo, una ranura y un reborde próximos a sus extremos, y a un dispositivo para realizar el procedimiento.

15

Antecedentes de la invención

20

[0002]Al diseñarse elementos de tubería que deben ser unidos mediante acoplamientos mecánicos de tubería existen varios desafíos. Tales acoplamientos comprenden dos o más segmentos de acoplamiento unidos en relación de extremo a extremo mediante elementos de fijación roscados, un ejemplo del cual se describe en el documento de patente de los EE.UU., N° 7,712,796. Los segmentos rodean un espacio central que recibe a los elementos de tubería. Cada segmento tiene un par de superficies arqueadas llamadas "claves", las cuales se acoplan a superficies exteriores de los elementos de tubería, dichas claves son a menudo recibidas en ranuras circunferenciales en los elementos de tubería que proporcionan un acoplamiento mecánico positivo contra la flexión y contra las cargas axiales aplicadas a la unión. Cada segmento define también un canal entre su par de superficies arqueadas que recibe una junta con forma de anillo. Normalmente, la junta se comprime entre los segmentos y los elementos de tubería para efectuar una junta estanca de los fluidos.

25

30

Ventajosamente las ranuras circunferenciales se forman mediante el forjado en frío de la pared lateral del elemento de tubería porque, a diferencia de ranuras de corte, el material no se retira de la pared lateral del tubo y así se pueden realizar ranuras en las paredes de los elementos de tubería con paredes más finas mediante el procedimiento de forjado en frío tal como se muestra en el documento WO2012/075095 (que es parte del estado de la técnica de acuerdo con el Art.54 (3) EPC). En aplicaciones con presión alta y/o de carga alta es una ventaja usar elementos de tubería con paredes finas a fin de ahorrar en peso y en costes. Sin embargo, los procedimientos de forjado en frío y el diseño de tubería de la técnica anterior no producen un acoplamiento y características de acoplamiento del elemento de tubería adecuados para cargas y presiones altas sostenibles en comparación con los sistemas con corte con ranura que se usan en elementos de tubería con paredes más gruesas. Existen claras ventajas que se tendrán por medio de las mejoras en el diseño y fabricación de elementos de tubería con paredes finas y con ranuras mediante el forjado en frío que permitirían unir elementos de tubería de pared fina mediante acoplamientos mecánicos para ser usados en aplicaciones con presión alta/carga alta.

35

40

Breve descripción de la invención

45

La invención se refiere a un procedimiento para crear una ranura en una superficie exterior de un elemento de tubería, comprendiendo dicho procedimiento:

50

capturar un extremo del elemento de tubería en una matriz que tiene una primera y una segunda depresiones circunferenciales colocadas en relación separada una de la otra;

55

insertar un mandril en el elemento de tubería, el mandril tiene una primera nervadura circunferencial alineada con la primera depresión circunferencial y una segunda nervadura circunferencial alineada con la segunda depresión circunferencial;

60

girar el mandril en una órbita alrededor de un eje longitudinal del matriz;

augmentar el diámetro de la órbita mientras que se hace girar el mandril para así forzar el mandril contra una superficie interior del elemento de tubería; por lo cual

65

el elemento de tubería se aprieta entre la primera nervadura circunferencial y la primera depresión circunferencial mientras se hace girar el mandril en la órbita del diámetro creciente, causando con ello que una porción del elemento de tubería entre las primeras y segundas depresiones circunferenciales se mueva radialmente hacia adentro y se aleje de la matriz y formándose así la ranura, que tiene un diámetro exterior más pequeño que el diámetro exterior del resto del elemento de tubería.

[0005]En una realización preferida, la primera depresión circunferencial comprende una primera superficie lateral en posición próxima a la segunda depresión circunferencial, y una segunda superficie lateral en posición distal a la segunda depresión circunferencial. Una superficie de suelo se extiende entre la primera y la segunda superficies laterales. El procedimiento puede comprender adicionalmente apretar el elemento de tubería entre la primera nervadura circunferencial y la primera superficie lateral.

La primera superficie lateral puede estar orientada en un primer Angulo de orientación, la segunda superficie lateral puede estar orientada en un segundo Angulo de orientación. El primer Angulo de orientación puede ser menor que el segundo Angulo de orientación cuando se mide relativamente con una línea de referencia que se extiende de manera perpendicular al eje longitudinal de la matriz.

[0007]En una particular realización preferida, la primera nervadura circunferencial comprende una primera y segunda superficies de flanco situadas en lados opuestos de la misma. La primera superficie de flanco esta de frente a la primera superficie lateral, y la segunda superficie de flanco esta de frente a la segunda superficie lateral. En este ejemplo de realización, el elemento de tubería está comprimido entre la primera superficie de flanco y la primera superficie lateral. Al menos la primera superficie de flanco puede estar orientada de angularmente con respecto a la línea de referencia que se extiende perpendicular al eje longitudinal de la matriz.

[0008]En una realización preferida, la segunda depresión circunferencial puede comprender una superficie lateral en posición próxima a la primera depresión circunferencial, y una superficie de suelo contigua con la superficie lateral de la segunda depresión circunferencial. El ejemplo del procedimiento adicionalmente puede incluir apretar el elemento de tubería entre la segunda nervadura circunferencial y la superficie lateral de la segunda depresión circunferencial. La superficie lateral de la segunda depresión circunferencial puede estar orientada de manera sustancialmente perpendicular al eje longitudinal de la matriz.

[0009]En otra realización preferida, la segunda nervadura circunferencial puede comprender una superficie de flanco orientada frente a la superficie lateral de la segunda depresión circunferencial. En esta ejemplo de realización, el procedimiento además la compresión del elemento de tubería entre la superficie de flanco de la segunda nervadura circunferencial y la superficie lateral de la segunda depresión circunferencial. La superficie de flanco de la segunda nervadura circunferencial puede estar orientada angularmente con respecto a una línea de referencia que se extiende en perpendicular al eje longitudinal de la matriz.

El procedimiento de acuerdo con la invención puede adicionalmente comprender, a modo de ejemplo, la conformación un reborde en una porción del extremo del elemento de tubería forzando la segunda nervadura circunferencial hacia la segunda depresión circunferencial. Además, el procedimiento puede comprender adicionalmente conformar un borde reforzado en el elemento de tubería adyacente a la ranura al forzar la primera nervadura circunferencial hacia la primera depresión circunferencial.

[0011]Un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento de la invención se define en la reivindicación 15.

Breve descripción de los dibujos

[0012]

La figura 1 es una vista en sección longitudinal de un ejemplo de un elemento de tubería formado por el proceso de conformación por centrifugación de acuerdo con la invención;

La figura 2 es una vista isométrica de una válvula que incluye un ejemplo de elemento de tubería formado por el proceso de conformación por centrifugación de acuerdo con la invención;

La figura 3 es una vista isométrica en despiece ordenado de una combinación de elementos de tubería y un acoplamiento de tubería;

Las figuras 3A y 3B son vistas en elevación de realizaciones de acoplamientos de tubería;

Las figuras 4-6 son vistas en sección longitudinal de una combinación de elementos de tubería y un acoplamiento de tubería;

La figura 7 es un diagrama esquemático de un ejemplo de una máquina de conformación por centrifugación para la fabricación de elementos de tubería utilizando un procedimiento de formación por centrifugación;

La figura 8 es una vista de extremo esquemática de la máquina de conformación por centrifugación mostrada en la figura 7;

Las figuras 9-11 son vistas en sección longitudinal que ilustran un ejemplo del procedimiento de

conformación por centrifugación de elementos de tubería; y

Las figuras 12-15 son vistas en sección longitudinal que ilustran un ejemplo del procedimiento y dispositivo para la conformación por centrifugación de la invención.

5

Descripción detallada de la invención

10

[0013]La invención se refiere a un procedimiento y dispositivo para forjar elementos de tubería en frío para que reciban acoplamientos y formen una junta estanca de los fluidos. A lo largo de este documento, el término "elemento de tubería" significa cualquier estructura tubular que incluye, por ejemplo, tubos en inventario en un almacén tal como se muestra en la figura 1, así como la porción tubular 12 de un componente para la manipulación o control de fluidos, tal como la válvula 14 que se muestra en la figura 2. Otros componentes, tales como bombas o filtros, al igual que accesorios tales como tubos en T, codos, curvas y reductores también se incluyen como que son o que comprenden "elementos de tubería" como se define aquí

15

20

Como se muestra en la figura 1, el elemento de tubería 10 tiene un diámetro exterior 16 que pasa a través de un punto en un eje longitudinal 18 en el centro del elemento de tubería de curvatura. Al menos un extremo 20 del elemento de tubería 10 está configurado para recibir una clave de un acoplamiento mecánico (no mostrado), configuración que comprende una superficie de apoyo 22 situada en el extremo 20, una ranura 24 en posición adyacente a la superficie de apoyo 22, y un borde reforzado 26 en posición contigua a la ranura 24.

25

30

Tal como se ilustra en detalle en la figura 1, la superficie de apoyo 22 se extiende de manera circunferencial alrededor del elemento de tubería y tiene una superficie que mira hacia el exterior 28. La superficie 28 tiene un diámetro exterior 30 que es mayor que el diámetro exterior 16 del elemento de tubería 10, excluyendo la superficie de apoyo. Esta superficie de apoyo 30 también tiene una superficie curvada orientada hacia el exterior 32. La superficie curvada 32 también se extiende circunferencialmente alrededor del elemento de tubería y tiene un centro de curvatura en un eje 34 orientado perpendicularmente al eje longitudinal 18 del elemento de tubería 10. En la figura 1, el eje 34 se muestra perpendicular al plano de visión y, por lo tanto, tiene una vista en extremo.

35

40

La ranura 24 está definida por una primera superficie lateral 36 que está en posición contigua con la superficie curvada 32 de la superficie de apoyo 30. La superficie lateral 36 en este ejemplo de realización está orientada de manera sustancialmente perpendicular al eje longitudinal 18, pero también puede estar orientada angularmente en otras realizaciones. "Sustancialmente perpendicular" tal como se usa aquí, se refiere a una orientación angular que puede no ser exactamente perpendicular, sino que está establecida tan cercana como sea posible en vista de las prácticas y tolerancias de fabricación. La orientación perpendicular de la primera superficie lateral 36 coloca en rigidez radial al elemento de tubería y le ayuda a mantener su redondez.

45

50

[0017]Una segunda superficie lateral 38 define además la ranura 24. La segunda superficie lateral 38 está posicionada en relación espaciada a la primera superficie lateral 36 y está orientada angularmente con respecto al eje longitudinal 18. La superficie lateral 38 puede tener un Angulo de orientación 40 de aproximadamente 40° a aproximadamente 70°, o de aproximadamente 45° a aproximadamente 65°. En la realización particular mostrada en la figura 1, el Angulo de orientación 40 es de aproximadamente 55°, el cual se considera ventajoso cuando la ranura recibe claves de un acoplamiento mecánico tal como se muestra en las figuras 3 a 6.

55

60

Una superficie de suelo 42 se extiende entre la primera superficie lateral 36 y la segunda superficie lateral 38 de la ranura 24. En el ejemplo de realización mostrado, la superficie de suelo 42 está sustancialmente paralela al eje longitudinal 18 y tiene un diámetro exterior 44 que es menor al diámetro exterior 16 del elemento de tubería, excluyendo la ranura. La ranura 24 también tiene un diámetro interior 17 que, en la realización mostrada en la figura 1, es aproximadamente igual al diámetro interior 19 del elemento de tubería 10.

[0019] El reborde reforzado 26 se coloca contiguo a la segunda superficie lateral 38 de la ranura 24 y también se extiende de manera circunferencial alrededor del elemento de tubería. El reborde 26 se proyecta hacia afuera lejos del eje 18 y tiene un vértice 46 con un diámetro exterior 48 mayor al diámetro exterior 16 del elemento de tubería, excluyendo el reborde. En el ejemplo de realización mostrado en la figura 1, el diámetro 48 del vértice 46 es menor que el diámetro exterior 30 de la superficie de apoyo 22. El reborde 26 aumenta la rigidez radial del elemento de tubería y por ello ayuda a mantener su redondez.

65

Para las existencias de tubería, la configuración del extremo del elemento de tubería 10 (superficie de apoyo 22, ranura 24 y reborde 26) es la misma en ambos extremos (no se muestran por claridad), pero también son factibles otras configuraciones en las que los extremos pueden ser diferentes. Además, los elementos de tubería 50 en extremos opuestos de la válvula 14 también tienen las configuraciones finales antes descritas lo

que permite que la válvula, o cualquier otro componente o accesorio para el control de fluidos, se pueda unir a otros elementos de tubería mediante acoplamientos mecánicos, ejemplos de los cuales se muestran en las figuras 3, 3A y 3B. Alternativamente, las válvulas y otros componentes y accesorios para control de fluido pueden tener también configuraciones finales diferentes.

5

[0021]En una realización, lustrada en la figura 3, el acoplamiento mecánico 52 comprende dos o más segmentos 54 unidos entre sí en relación de extremo a extremo, en este ejemplo, por medio de elementos de fijación roscados 56. Los segmentos 54 rodean un espacio central 58 que recibe a los elementos de tubería 10 para unirlos en un conjunto de fluido estanco. Una junta elastomérica 60 está capturada entre los segmentos 54 y tiene superficies de sellado orientadas hacia el interior 62 que se acoplan con las superficies que miran hacia el exterior 28 de las superficies de apoyo 24 para garantizar estanqueidad a los fluidos. Cada segmento tiene un par de superficies arqueadas o claves 64 que se proyectan hacia el interior y hacia el espacio central y son recibidas dentro de las ranuras 24 de los elementos de tubería 10.

10

[0022]En otra forma de realización, tal como se muestra en la figura 3A, el acoplamiento 53 comprende un solo segmento formado por un cuerpo unitario 55 que tiene extremos 57 y 59 en relación uno frente al otro y espaciados. Desde los extremos 57 y 59 se extienden almohadillas de pernos 61 y un elemento de fijación 63 se extiende entre las almohadillas de pernos para acercarlos entre sí al apretar el elemento de fijación. El cuerpo unitario rodea un espacio central 65 que recibe los elementos de tubería para formar una unión. Las claves 67 en relación separada en cualquier lado del acoplamiento 53, se extienden circunferencialmente a lo largo del cuerpo unitario 55 y se proyectan radialmente hacia el interior. Una junta 60 similar a la descrita anteriormente está posicionada entre las claves. Al apretar el elemento de fijación 63 se atrae a las claves 67 a acoplamiento con las ranuras en los elementos de tubería y comprime el junta 60 entre el cuerpo unitario 55 y los elementos de tubería.

15

20

25

La figura 3B muestra otra forma de realización de un acoplamiento 69 formado por dos segmentos 71 y 73 unidos en un extremo mediante una bisagra 75. Los extremos opuestos 77 y 79 de los segmentos están separados en una relación de frente y conectados mediante un elemento de fijación 81. Los segmentos 71 y 73 también tienen claves circunferenciales 83 en relación separada, y una junta 60 colocada entre ellos. Los segmentos rodean un espacio central 65 que recibe los elementos de tubería para formar una unión. Al apretar el elemento de fijación 81 se atrae a las claves 83 en acoplamiento con las ranuras en los elementos de tubería y comprime el junta 60 entre los segmentos y los elementos de tubería.

30

Se puede formar una unión entre dos elementos de tubería 10 al desensamblar primero el acoplamiento 52 (véase la figura 3) y deslizar la junta 60 sobre un extremo de uno de los elementos de tubería. Entonces, el extremo del otro elemento de tubería es alineado en proximidad con el extremo del primer del elemento de tubería, y la junta se coloca de manera que se extiende sobre el pequeño espacio entre los dos extremos del elemento de tubería, con las superficies de sellado 62 de la junta acoplando respectivas superficies exteriores 28 de la superficie de apoyo 24 de cada elemento de tubería. Seguidamente, los elementos de acoplamiento 54 se colocan alrededor de la junta 60 y los extremos de los elementos de tubería con las claves 64 alineadas con respectivas ranuras 24 en cada elemento de tubería. Entonces se aplican y aprietan los elementos de fijación 56 para atraer los segmentos uno al otro, se acoplan las claves 64 en las respectivas ranuras 24 y se comprime la junta 60 contra los elementos de tubería para formar una junta estanca de fluidos.

35

40

[0025]En una realización alternativa, las figuras 4 a 6 muestran a detalle el acoplamiento de los elementos de tubería 10 con un acoplamiento de tipo instalación lista 52 en donde los segmentos 54 están previamente ensamblados y se mantienen en una relación separada uno del otro mediante el elemento de fijación 56, los segmentos están apoyados en la junta 60. Los segmentos están lo suficientemente apartados de manera que los elementos de tubería 10 pueden estar insertados en el espacio central 58 sin desensamblar el acoplamiento, tal como se muestra en las figuras 4 y 5. Se debe considerar que las superficies que miran hacia afuera 28 de la superficie de apoyo 22 acoplan las superficies de sellado 62 de la junta 60 y las claves 64 se alinean con las ranuras 24 en cada uno de los elementos de tubería. Tal como se muestra en la figura 6, los elementos de fijación 56 (véase la figura 1) que unen los segmentos 54 entre sí están apretando y atraen los segmentos uno hacia el otro. Esto comprime la junta 60 contra los elementos de tubería para efectuar un cierre hermético y obliga a las claves 64 dentro de las ranuras 24 a efectuar una conexión mecánica positiva entre el acoplamiento y los elementos de tubería 10 para efectuar la unión. En una realización, mostrada a detalle en la figura 6, las claves 64 tienen una forma de sección transversal que es compatible con las ranuras, y las claves tienen tal dimensión que una superficie de clave sustancialmente vertical 66 se acopla a la ranura de la primera superficie lateral 36, y una superficie de clave angularmente orientada 68 se acopla a la segunda superficie lateral angularmente orientada 38 de la ranura. Es ventajoso que las superficies 68 y 38 tengan ángulos de orientación complementarios para maximizar la superficie de contacto de la superficie. En general, para esta realización habrá una brecha 70 entre la superficie de suelo de la ranura 42 y una superficie radialmente de frente 72 de la clave 64. Esto se debe a variaciones de tolerancia tanto en el elemento de tubería como en el acoplamiento. Cierta brecha entre las superficies 42 y 72 es ventajoso para asegurar que las claves se acoplen a la ranura con una acción de acuriamiento que provea rigidez a la unión y mantenga a los elementos de tubería en relación separada entre si bajo compresión axial y cargas de tensión. La formación de la unión al

45

50

55

60

65

usar las modalidades de acoplamiento 53 y 69 mostradas en las figuras 3A y 38, precede de igual forma como la que se describe anteriormente para la instalación de la realización dispuesta. Otras realizaciones también son factibles, por ejemplo, en donde solo la superficie de clave vertical 66 está en contacto con la primera superficie lateral de ranura 36, o solo la superficie de clave angularmente orientada 68 esté en contacto con la segunda superficie lateral 38 de la ranura 24. También es posible que los segmentos de acoplamiento floten en la junta 60, en donde ninguna de las superficies de clave está en contacto con las superficies de ranura, al menos inicialmente hasta que la unión se someta a carga.

[0026]Es también es ventajoso para formar la superficie de apoyo circunferencial, la ranura y el reborde reforzado usar técnicas para conformación por centrifugación. La conformación por centrifugación usa una matriz exterior fija y una herramienta de rodillo o "mandriladora" que gira en una órbita dentro de la matriz. El elemento de tubería es sostenido dentro de la matriz entre ésta y la mandriladora, y el mandril gira alrededor del eje longitudinal de la matriz. La órbita del mandril aumenta en diámetro y el mandril es forzado contra la superficie interior del elemento de tubería. Conforme el mandril gira, fuerza el extremo del elemento de tubería para adaptarse en forma a la forma del mandril y de la matriz.

La conformación por centrifugación es ventajosa porque elimina la sensibilidad del procedimiento para la variación de tolerancia del diámetro exterior del elemento de tubería. Aunque se pueden usar técnicas tales como laminado para forjar en frío el elemento de tubería y producir la forma deseada de la superficie de apoyo-reborde-ranura, es difícil establecer los diámetros de la superficie de apoyo y de la ranura con un grado aceptable de repetitividad debido a la variación del diámetro exterior del elemento de tubería. Sin embargo, al usar la conformación por centrifugación con su matriz exterior fija, las variaciones dimensionales del diámetro exterior del elemento de tubería no son relevantes ya que la matriz exterior establece de manera fiable las dimensiones de la superficie exterior del elemento de tubería sin importar el diámetro del elemento de tubería.

[0028]La figuras 7 y 8 ilustran esquemáticamente un ejemplo de maquina 136 para conformación por centrifugación. Tal como se muestra en la figura 8, la maquina 136 incluye una matriz o troquel 138 formado en cuatro secciones 140, 142, 144 y 146. Las secciones de la matriz están montadas en cojinetes (no mostrados) y son deslizablemente móviles hacia y lejos uno del otro al usar respectivos impulsores 148, 150, 152 y 154. En este ejemplo, existen cuatro secciones de matriz configuradas en pares de compensación (140 y 142, 144 y 146), pero también son factibles las matrices que tienen solo dos secciones. Tal como se muestra en la figura 7, una herramienta para conformación por centrifugación, un mandril 156 está montado en una carcasa o alojamiento 158. El alojamiento 158 tiene un eje fijo de rotación 160 y está montado sobre un carro 162 que se mueve a lo largo de varillas guía 164 hacia y a lo lejos de la matriz 138. Un impulsor 166 efectúa el movimiento del carro 162 y, por tanto, el movimiento del mandril 156 hacia y lejos de la matriz. El alojamiento 158 es impulsado en rotación alrededor del eje 160 de manera relativa al carro 162 sobre cojinetes 168 mediante un motor eléctrico 170, también montado en el carro. El eje de rotación 160 del alojamiento 158 está sustancialmente paralelo al eje longitudinal de la matriz 161, y se muestra mejor cuando las secciones de la matriz 140, 142, 144 y 146 se juntan entre ellas. Sin embargo, el mandril 156 se puede mover de manera relativa al alojamiento 158 en una dirección tal que desfasa su eje longitudinal 172 del eje de alojamiento de rotación 160. El movimiento de desplazamiento del mandril 156 es por medio de un impulsor 174 montado en el alojamiento 158. Un resorte 176 proporciona fuerza de recuperación que mueve el eje longitudinal del mandril 172 de regreso a la alineación coaxial con el eje de alojamiento de rotación 160 cuando se libera fuerza del impulsor 174.

Tal como se muestra en la figura 9, las secciones de matriz (140 que se muestran) tienen una superficie interior 178 en forma para producir una forma final deseada de la superficie exterior 134a del elemento de tubería 134 durante la conformación por centrifugación. Además, el mandril 156 tiene una superficie exterior 180 en forma para cooperar con las superficies interiores 178 de las secciones de matriz y permitir que el material del elemento de tubería 134 se deforme y fluya de manera que, durante el procedimiento de formación por centrifugación, la superficie exterior 180 del mandril 156 sea forzada contra la superficie interior 134b del elemento de tubería 134, la superficie exterior 134a del elemento de tubería 134 tome la forma deseada definida por las superficies interiores 178 de la matriz 138.

[0030] En funcionamiento, como se ilustra en las figuras 7 a 11, los impulsores 148 y 150 mueven respectivas secciones de la matriz 140 y 142 lejos una de la otra. De igual forma, los impulsores 152 y 154 mueven respectivas secciones de matriz 144 y 146 lejos una de la otra, abriendo de este modo la matriz 138. El elemento de tubería 134 puede estar entonces insertado en la matriz. Tal como se muestra en la figura 9, la matriz 138 se cierra entonces al atraer las respectivas secciones de matriz 140 y 142, 144 y 146 entre sí utilizando usar sus respectivos impulsores para capturar el extremo del elemento de tubería 134. A continuación, como se muestra en las figuras 7 y 9, el impulsor 166 mueve el carro 162 hacia la matriz 138. El mandril 156 con su eje longitudinal 172 posicionado en este momento en alineación coaxial con el eje de rotación 160 de alojamiento 158 y, así, también en alineación coaxial tanto con el eje longitudinal 161 definido por la matriz 138 y el eje longitudinal 182 del elemento de tubería 134, se mueve hacia la matriz 138. El mandril 156 se inserta dentro del elemento de tubería 134 capturada por la matriz. El alojamiento 158 es entonces rotado por el motor 170 alrededor de su eje de rotación 160, y el impulsor 174 mueve el eje longitudinal 172 del

mandril 156 fuera de alineación coaxial con el eje longitudinal 160 del alojamiento. Esta configuración se muestra en la figura 10, en donde el eje 172 del mandril 156 también está desplazado del eje longitudinal 182 del elemento de tubería 134 al igual que el eje de la matriz 161. Esta configuración excéntrica ocasiona que el mandril 156 gire alrededor del eje longitudinal 161 de la matriz 138 y el eje longitudinal del elemento de tubería 134 en una órbita circular luego de la rotación del alojamiento 158. El diámetro de la órbita aumenta conforme el impulsor 174 continúa moviendo más al mandril 156 fuera del eje de rotación 160 del alojamiento 158. El movimiento continuo del mandril 156 en relación con el alojamiento 158, mientras rota el alojamiento, fuerza al mandril contra la superficie interior 134b del elemento de tubería 134. Tal como se muestra en la figura 11, el mandril 156 se desliza alrededor de la superficie interior del elemento de tubería en su órbita y forja el material en frío, lo que obliga que la superficie exterior 134a del elemento de tubería 134 se adapte sustancialmente a la forma de las superficies interiores 178 de la matriz 138. En este ejemplo se forman la superficie de apoyo 22, la ranura 24 y el reborde reforzado 26. Sin embargo, también es posible formar solo la superficie de apoyo y la ranura, o solo el reborde pestaña y la ranura, dependiendo de la forma de la matriz y del mandril. Se debe considerar que para aminorar la fricción entre el mandril 156 y la superficie interior 134b del elemento de tubería 134, el mandril tiene libertad para rotar alrededor de su eje longitudinal 172. Una vez que se logra la forma de la superficie de apoyo-el reborde-la ranura deseada tras completar el procedimiento para conformación por centrifugación, se detiene la rotación del alojamiento 158, el eje longitudinal 172 del mandril 156 se mueve de vuelta a alineamiento con el eje longitudinal del alojamiento 160 y eje de la matriz 161, y el carro 162 se aleja de la matriz 138, por lo que se retira el mandril 156 del interior del elemento de tubería 134. Entonces, la matriz 138 se abre al separar las secciones de matriz 140, 142, 144 y 146, permitiendo de ese modo la retirada del elemento de tubería formado a partir de la matriz.

[0031] Las figuras 12 a 15 ilustran en detalle un ejemplo de procedimiento para formar por centrifugación una ranura 24, al igual que una superficie de apoyo 22 y un reborde 26 en un elemento de tubería 134. Tal como se muestra en la figura 12, el mandril 156, que mueve su órbita excéntrica de diámetro en aumento alrededor del eje longitudinal 161, se muestra justo cuando entra en contacto con la superficie interior 134b del elemento de tubería 134. En este ejemplo, la matriz dado 138 tiene primera y segunda depresiones circunferenciales 192 y 194, dispuestas en relación separada la una de la otra. El mandril 156 tiene primera y segunda nervaduras circunferenciales 196 y 198. Se debe considerar cuenta que tras insertar el mandril 156 en el elemento de tubería 134, la primera nervadura 196 está alineada con la primera depresión 192, y la segunda nervadura 198 está alineada con la segunda depresión 194.

Tal como se muestra en la figura 13, la primera depresión 192 está definida por una primera superficie lateral 200 en situada en posición próxima a la segunda depresión 194, una segunda superficie lateral 202 en posición distal a la segunda depresión 194, y una superficie de suelo 204 que se extiende entre la primera y segunda superficies laterales 200 y 202. Se debe tomar en cuenta que en este ejemplo esas primera y segunda superficies laterales están orientadas angularmente con respecto a respectivas líneas de referencia 206 y 208 que se extienden en perpendicular al eje de la matriz 161. En algunas realizaciones, el Angulo de orientación 210 de la primera superficie lateral es menor que el Angulo de orientación 212 de la segunda superficie lateral 202 (tal como se muestra). El Angulo de orientación 210 de la primera superficie lateral 200 puede variar desde aproximadamente 20° a aproximadamente 50°, y el Angulo de orientación 212 de la segunda superficie lateral 202 puede variar desde aproximadamente 20° hasta aproximadamente 75°.

[0033] La primera nervadura 196 comprende primera y segundas superficies de flanco 214, 216 posicionadas en lados opuestos de la nervadura. La primera superficie de flanco 214 está de frente hacia la primera superficie lateral 200 de la primera depresión 192, y la segunda superficie de flanco 216 está de frente hacia la segunda superficie lateral 202. Las primera y segunda superficies de flanco 214 y 216 están orientadas de manera angular con respecto a respectivas líneas de referencia 218 y 220 que se extienden perpendicularmente al eje de la matriz 161. El Angulo de orientación 222 de la primera superficie lateral 214 puede variar desde aproximadamente 10° a aproximadamente 55°, y el Angulo de orientación 224 de la segunda superficie lateral 216 puede variar desde aproximadamente 10° hasta aproximadamente 75°.

En este ejemplo de realización, la segunda depresión 194 está definida por una superficie lateral 226 en posición próxima a la primera depresión 192, y una superficie de suelo 228 que está contigua a la superficie lateral 226. En este ejemplo, la superficie lateral 226 está orientada de manera sustancialmente perpendicular al eje de la matriz 161, aunque también puede estar orientada angularmente. La superficie lateral 226 y la superficie de suelo 228 cooperan para definir la superficie de apoyo 22 (véanse las figuras 13 y 14).

[0035] La segunda nervadura 198 comprende una superficie de flanco 230 en posición de frente hacia la superficie lateral 226 de la segunda depresión 194. La superficie de flanco 230 puede, como se muestra, estar orientada angularmente con respecto a líneas de referencia 232 que se extienden en perpendicular al eje de la matriz 161. El Angulo de orientación 234 de la superficie de flanco 230 puede variar desde aproximadamente 1° hasta aproximadamente 45°.

[0036] Con referencia a la figura 14, mientras el mandril 156 gira en su órbita de diámetro creciente, el elemento de tubería 134 está comprimido entre la primera superficie de flanco 214 de la primera nervadura

circunferencial 196, y la primera superficie lateral 200 de la primera depresión 192. Cuando se realiza esta compresión, se observa que la ranura 24 está formada en la superficie exterior 134a del elemento de tubería 134 en donde una porción 134c del elemento de tubería se mueve radialmente hacia adentro alejándose de la matriz 138, tal como lo evidencia la brecha 184 entre el suelo 42 y la ranura 24 y la matriz 138 como se muestra en la figura 15. También como se muestra en la figura 14, la compresión adicional del elemento de tubería 134 ocurre entre la superficie de flanco 230 de la segunda nervadura circunferencial 198 y la superficie lateral 226 de la segunda depresión 194, lo que se cree que contribuye a la formación de la ranura 24 al facilitar el movimiento de la porción 134c radialmente hacia adentro alejándose de la matriz 138. Tal como se muestra en la figura 11, la ranura 24 así formada en el elemento de tubería 134 tiene un diámetro exterior 186 que es menor que el diámetro exterior 188 del resto del elemento de tubería. En este ejemplo de procedimiento, la superficie de apoyo 22 y el reborde 26 están más formados, respectivamente, al forzar la segunda nervadura circunferencial 198 hacia la segunda depresión circunferencial 194, y la primera nervadura circunferencial 196 hacia la primera depresión circunferencial 192, tal como se muestra en la figura 15.

[0037]El movimiento radial hacia adentro de la región 134c del elemento de tubería 134 lejos de la matriz 138 para formar la brecha 184 es contrario al movimiento radialmente hacia afuera del mandril 156 y es así inesperado. Este procedimiento permite formar elementos de tubería 134 (como se muestra en la figura 11), en donde la superficie exterior 134a de la ranura 24 tiene un diámetro 186 menor que el diámetro 188 de la superficie exterior del resto del elemento de tubería; es decir, la superficie exterior 134a del elemento de tubería exclusiva de la ranura 24. Anteriormente se pensaba que tal configuración era posible solo mediante laminado del elemento de tubería entre dos rodillos giratorios, pero la conformación por centrifugación de acuerdo con la invención permite lograr esta configuración mientras se mantienen dimensiones exteriores precisas y repetibles del elemento de tubería debido al efecto de la matriz fijo que captura al elemento de tubería. Esto es inesperado porque se creía que la formación por centrifugación solo podía expandir un elemento de tubería; es decir, cualquier parte de un elemento de tubería deformado mediante conformación por centrifugación debería tener un diámetro más grande que la dimensión original. Por lo tanto, de conformidad con el conocimiento común, no sería posible, en un procedimiento de conformación por centrifugación, iniciar con un elemento de tubería que tiene un primer diámetro exterior y terminar con una porción del elemento de tubería que tiene un segundo diámetro exterior más pequeño que el primer diámetro exterior, pero los titulares han logrado esto al usar conformación por centrifugación en el procedimiento de acuerdo con su invención.

[0038]Las configuraciones del elemento de tubería que comprenden la superficie de apoyo, la ranura y el reborde, y los procedimientos y aparatos para crear las configuraciones tal como se han mostrado y descrito aquí, permiten unir elementos de tubería con paredes delgadas mediante acoplamientos mecánicos y usarlos en aplicaciones de presión y carga alta que antes eran considerados inadecuados para elementos de tubería con paredes finas y acoplamientos con ranuras hechas de manera mecánica. También se lograron varias ventajas adicionales sobre elementos de tubería de la técnica anterior. Por ejemplo, se sabe que el diámetro exterior 186 del piso de la ranura 42 es un parámetro dimensional importante para la compatibilidad entre acoplamientos y elementos de tubería en vista de tolerancias en la fabricación del diámetro del elemento de tubería. El procedimiento de formación por centrifugación aquí descrito permite que este parámetro se controle de manera que se puedan formar ranuras que sean compatibles con acoplamientos en tolerancias de diámetro de tubería tanto mínimas y máximas. Además, la combinación del diámetro de la superficie de apoyo alargada 190 (superficie que da hacia afuera de la superficie de apoyo 22 más larga que el diámetro exterior del elemento de tubería) y el diámetro del suelo de ranura reducido (diámetro exterior del piso de la ranura 42 menor que el diámetro exterior del elemento de tubería) permite usar acoplamientos más ligeros sin una disminución en el rendimiento. También es más fácil diseñar acoplamientos debido a las tolerancias más ajustadas de las dimensiones que de la ranura y del reborde se pueden sujetar. En la práctica, esto se traduce en acoplamientos de menor costo y menor peso y en uniones más fuertes que soportan mayores presiones internas. El diseño de la junta también está simplificado debido a que se alcanzan tolerancias más ajustadas, y que es más fácil manipular el tamaño de la brecha que se forma entre los segmentos de acoplamiento a través de la que la junta se puede extrudir y reventar bajo presiones altas. También se obtuvo ventajas de fabricación debido a que hay menor adelgazamiento del elemento de tubería y se requiere de un menor forjado en frío, lo que significa menores tensiones residuales, mayores alargamientos restantes y elementos de tubería más fuertes. La adición del reborde 26 permite una unión más rígida y permite que la clave llene la ranura y emplee una acción de cuña con ventaja. La acción de cuña sostiene los elementos de tubería en el acoplamiento a una distancia constante incluso estando bajo compresión axial, debido a, por ejemplo, cargas térmicas o un apilamiento de tubería vertical. Esto evita que los elementos de tubería se compriman y dañen la pata central de la junta, en caso de que esté presente. La superficie de apoyo ampliado también permite que la ranura sea relativamente poco profunda y esté presente en un perfil interno inferior dentro del elemento de tubería. Una ranura de perfil baja en cada unión ocasiona menos pérdida de carga y menos turbulencia en el fluido que circula a través de los elementos de tubería. Además, mediante la formación de la ranura concéntrica con la superficie de apoyo, se logra un acoplamiento más uniforme entre el acoplamiento y los elementos de tubería, lo que reduce aún más la probabilidad de fugas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para formar una ranura (24) en una superficie exterior (28) de un elemento de tubería (10), comprendiendo dicho procedimiento:
- capturar un extremo del elemento de tubería (10) en una matriz que tiene primera (192) y segunda (194) depresiones circunferenciales colocadas en relación espaciada entre sí;
- 10 insertar un mandril (156) dentro del elemento de tubería (10), teniendo el mandril (156) una primera nervadura circunferencial (196) alineada con la primera depresión circunferencial (192) y una segunda nervadura circunferencial (198) alineada con la segunda depresión circunferencial (194);
- hacer girar el mandril (156) en una órbita alrededor de un eje longitudinal (18) de la matriz;
- 15 aumentar el diámetro de dicha órbita, mientras que el mandril (156) gira de manera que fuerza dicho mandril (156) contra una superficie interior del elemento de tubería (10); en donde
- 20 el elemento de tubería (10) se comprime entre la primera nervadura circunferencial (196) y la primera depresión circunferencial (192), mientras que el mandril (156) gira en una órbita de diámetro creciente, causando con ello que una porción del elemento de tubería (10) entre la primera (192) y segunda (194) depresiones circunferenciales se mueva radialmente hacia dentro y se aleje de la matriz de tal manera que se forma la ranura (24), dicha ranura (24) tiene un diámetro exterior (16) más pequeño que el diámetro exterior (30) del resto del elemento de tubería (10).
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la formación de un borde reforzado (26) y una superficie de apoyo (22) en una superficie exterior (28) de un elemento de tubería (10), en donde
- el borde reforzado (26) se forma al forzar a la primera nervadura circunferencial (196) hacia dicha la primera
- 30 depresión circunferencial (192);
- la superficie de apoyo (22) se forma al forzar la segunda nervadura circunferencial (198) hacia la segunda depresión circunferencial (194); y
- 35 la ranura (24) se forma entre dicho borde reforzado (26) y la superficie de apoyo (22).
3. Procedimiento de conformidad con la reivindicación 1 ó 2, en el que la primera depresión circunferencial (192) comprende una primera superficie lateral (36) situada próxima a dicha segunda depresión circunferencial (194), una segunda superficie lateral (38) en posición distal con respecto a dicha segunda depresión
- 40 circunferencial (194), y una superficie de suelo (42) que se extiende entre la primera (36) y segunda (38) superficies laterales, el procedimiento comprende además comprimir el elemento de tubería (10) entre la primera nervadura circunferencial (196) y la primera superficie lateral (36): o
- la primera nervadura circunferencial (196) comprende una primera (214) y segunda (216) superficie de flanco situadas en lados opuestos de la misma, la primera superficie de flanco (214) está orientada hacia la primera
- 45 superficie lateral (36), la segunda superficie de flanco (216) está orientada hacia la segunda superficie lateral (38), el elemento de tubería (10) se aprieta entre la primera superficie de flanco (214) y la primera superficie lateral (36).
- 50 4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que la primera depresión circunferencial (192) comprende una primera superficie lateral (36) situada próxima a la segunda depresión circunferencial (194), una segunda superficie lateral (38) en posición distal con respecto a la segunda depresión circunferencial (194), y una superficie de suelo (42) que se extiende entre la primera (36) y segunda (38) superficies laterales, dicho procedimiento comprende además comprimir el elemento de tubería (10) entre la primera nervadura
- 55 circunferencial (196) y la primera superficie lateral (36), en donde:
- la primera superficie lateral (36) está orientada en un primer ángulo de orientación (40), la segunda superficie lateral (38) está orientada en un segundo ángulo de orientación (41), el primer ángulo de orientación (40) es menor que dicho segundo ángulo de orientación (41) cuando se mide relativamente
- 60 con una línea de referencia que se extiende perpendicular al eje longitudinal (18) de la matriz.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la primera superficie lateral (36) está orientada en un ángulo de orientación (40) de aproximadamente 20° a aproximadamente 50° medido con respecto a una línea de referencia que se extiende perpendicular a al eje longitudinal (18) de la matriz: o
- 65 en el que la segunda superficie lateral (38) está orientada en un ángulo de orientación (41) de

aproximadamente 20° a aproximadamente 75° medido con respecto a una línea de referencia que se extiende perpendicular al eje longitudinal (18) de la matriz.

5 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la primera depresión circunferencial (192) comprende una primera superficie lateral (36) situada próxima a la segunda depresión circunferencial (194), una segunda superficie lateral (38) en distal posición distal con respecto a la segunda depresión circunferencial (194) y una superficie de suelo (42) que se extiende entre dichas primera (36) y segunda (38) superficies laterales, el procedimiento comprende además comprimir el elemento de tubería (10) entre la primera nervadura circunferencial (196) y la primera superficie lateral (36): o

10 la primera nervadura circunferencial (196) comprende primero (214) y segunda (216) superficies de flanco situadas en lados opuestos de la misma, la primera superficie de flanco (214) está orientada hacia dicha la primera superficie lateral (36), la segunda superficie de flanco (216) está orientada hacia la segunda superficie lateral (38), el elemento de tubería (10) se comprime entre la primera superficie de flanco (214) y la primera superficie lateral (36), en donde:

al menos la primera superficie de flanco (214) está orientada angularmente con respecto a una línea de referencia que se extiende perpendicular al eje longitudinal (18) la matriz.

20 7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha primera depresión circunferencial (192) comprende una primera superficie lateral (36) situada próxima a la segunda depresión circunferencial (194), una segunda superficie lateral (38) en posición distal con respecto a la segunda depresión circunferencial (194), y una superficie de suelo (42) que se extiende entre la primera (36) y segunda (38) superficies laterales, el procedimiento que comprende además comprimir el elemento de tubería (10) entre la primera nervadura circunferencial (196) y la primera superficie lateral (36) : o

30 la primera nervadura circunferencial (196) comprende superficies de flanco situadas en lados opuestos de la misma, la dicho primera superficie de flanco (214) está orientada hacia la primera superficie lateral (36), la segunda superficie de flanco (216) está orientada hacia la segunda superficie lateral (38), el elemento de tubería (10) es comprimido entre la primera superficie de flanco (214) y la primera superficie lateral (36), en donde:

35 la primera superficie de flanco (214) está orientada en un ángulo de orientación (222) de aproximadamente 10° a aproximadamente 55° medidos con respecto a una línea de referencia que se extiende perpendicular al eje longitudinal (18) de la matriz, o

40 la segunda superficie de flanco (216) está orientada en un ángulo de orientación (224) de aproximadamente 10° a aproximadamente 75° medidos con respecto a una línea de referencia que se extiende perpendicular al eje longitudinal (18) de la matriz.

8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que la segunda depresión circunferencial (194) comprende:

45 una superficie lateral (36) posicionada próxima a la primera depresión circunferencial (192);

50 una superficie de suelo (42) contigua a la superficie lateral (36) de la segunda depresión circunferencial (194), el procedimiento comprende además presionar dicho elemento de tubería (10) entre la segunda nervadura circunferencial (198) y la superficie lateral (36) de la segunda depresión circunferencial (194).

9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que la superficie lateral (36) de la segunda depresión circunferencial (194) está orientada sustancialmente perpendicular al eje longitudinal (18) de la matriz.

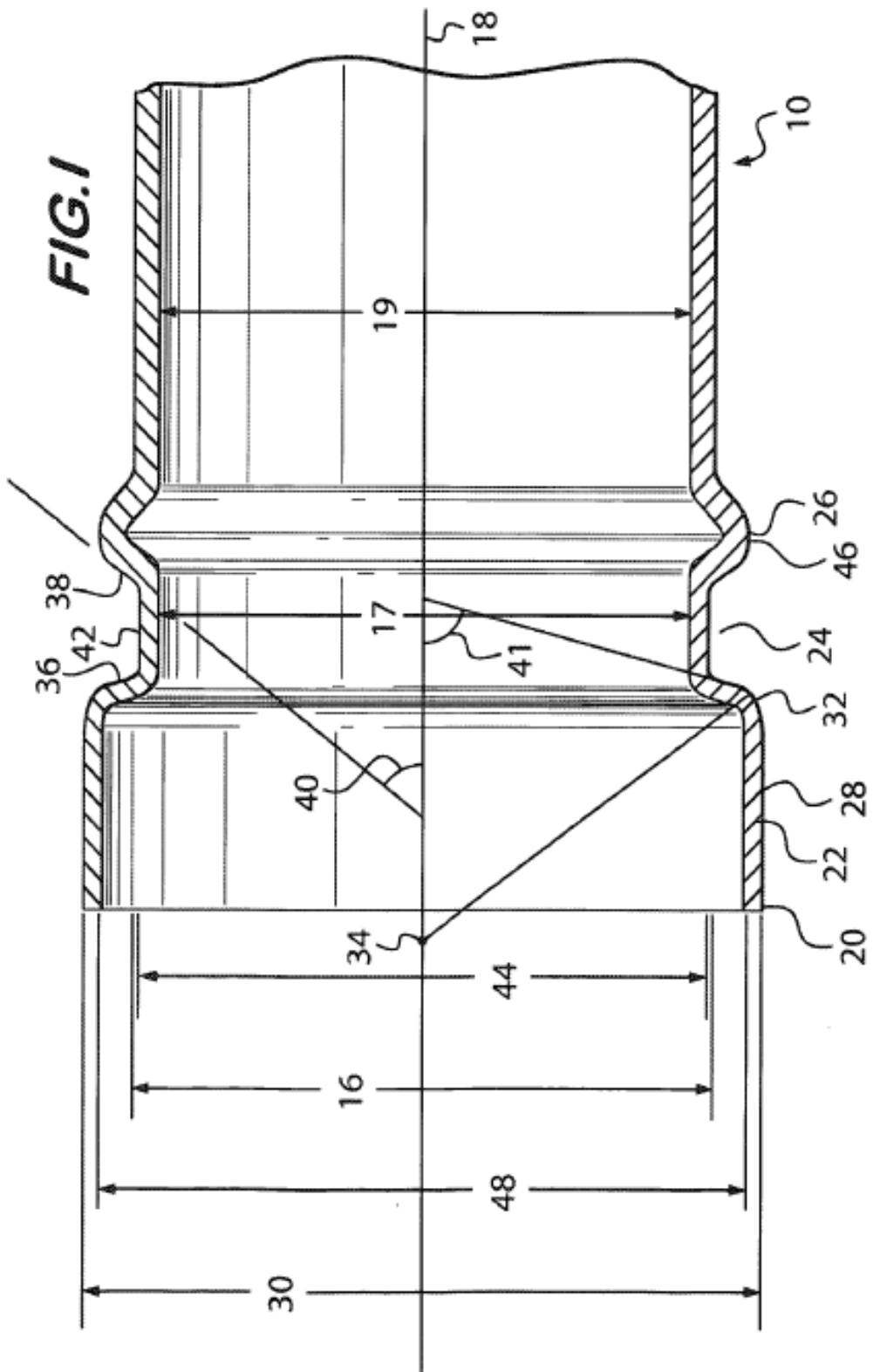
55 10. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que la segunda nervadura circunferencial (198) comprende una superficie de flanco orientada hacia la superficie lateral (36) de la segunda depresión circunferencial (194), el procedimiento que comprende además comprimir el elemento de tubería (10) entre la segunda superficie de flanco de la segunda nervadura circunferencial (198) y la superficie lateral (36) de la segunda depresión circunferencial (194).

60 11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que la superficie de flanco de la segunda nervadura circunferencial (198) se orienta angularmente con respecto a una línea de referencia que se extiende perpendicular al eje longitudinal (18) de la matriz.

65 12. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que la superficie de flanco de la segunda nervadura circunferencial (198) está orientada en un ángulo de orientación de alrededor de 1° a aproximadamente 45° medido con respecto a una línea de referencia que se extiende perpendicular al eje longitudinal (18) de la

matriz.

- 5 13. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la formación de una superficie de apoyo (22) en una porción de extremo del elemento de tubería (10) al forzar la segunda nervadura circunferencial (198) hacia la segunda depresión circunferencial (194).
- 10 14. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la formación de un borde reforzado (26) en el elemento de tubería (10) adyacente a la ranura (24) al forzar la primera nervadura circunferencial (196) hacia la primera depresión circunferencial (192).
- 15 15. Dispositivo para conformar una ranura (24) en una superficie exterior (28) de un elemento de tubería (10) por medio del procedimiento según las reivindicaciones 1 a 14, comprendiendo dicho dispositivo:
- 15 medios para capturar un extremo de dicho elemento de tubería (10) en una matriz que tiene primera (192) y segundo (194) depresiones circunferenciales dispuestos en relación espaciada entre sí;
- 20 medios para la inserción de un mandril (156) dentro del elemento de tubería (10), el mandril (156) posee una primera nervadura circunferencial (196) alineada con la primera depresión circunferencial (192) y una segunda nervadura circunferencial (198) alineada con la segunda depresión circunferencial (194);
- 25 medios para hacer girar dicho mandril (156) en una órbita alrededor de un eje longitudinal (18) de la matriz;
- 30 medios para aumentar el diámetro de dicha órbita mientras que el mandril (156) gira cuando está en uso para forzar el mandril (156) contra una superficie interior del elemento de tubería (10);
- 35 en donde se proporcionan medios para presionar el elemento de tubería (10) entre dicho la primera nervadura circunferencial (196) y la primera depresión circunferencial (192) mientras que el mandril (156) gira cuando está en uso en una órbita de diámetro creciente, causando con ello que una porción del elemento tubería (10) entre la primera (192) y segunda (194) depresiones circunferenciales se mueva radialmente hacia dentro y se aleje de la matriz y de ese modo conforme la dicha ranura (24), dicha ranura (24) tiene un diámetro exterior más pequeño (16) que el diámetro exterior (30) del resto del elemento de tubería (10).



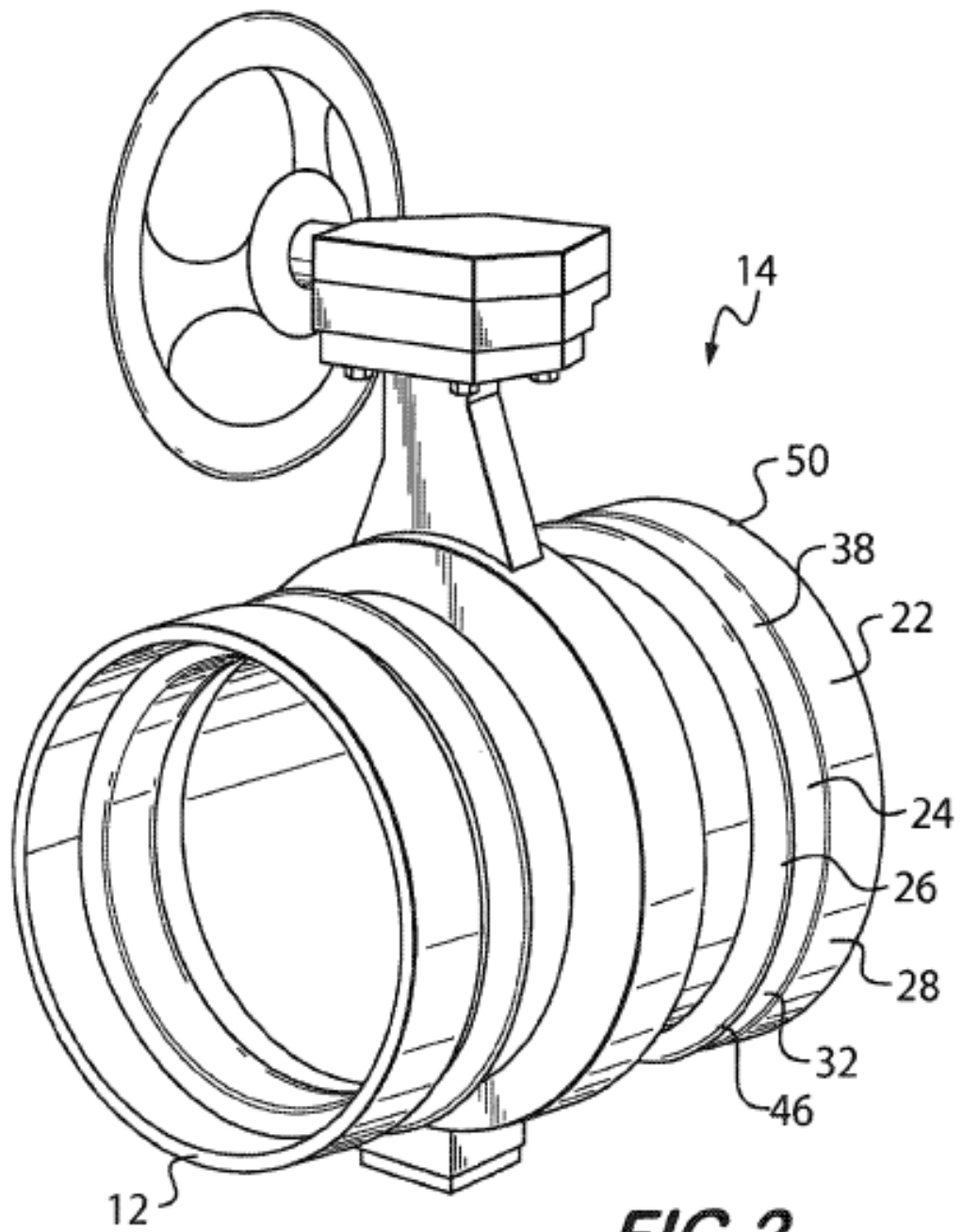


FIG.2

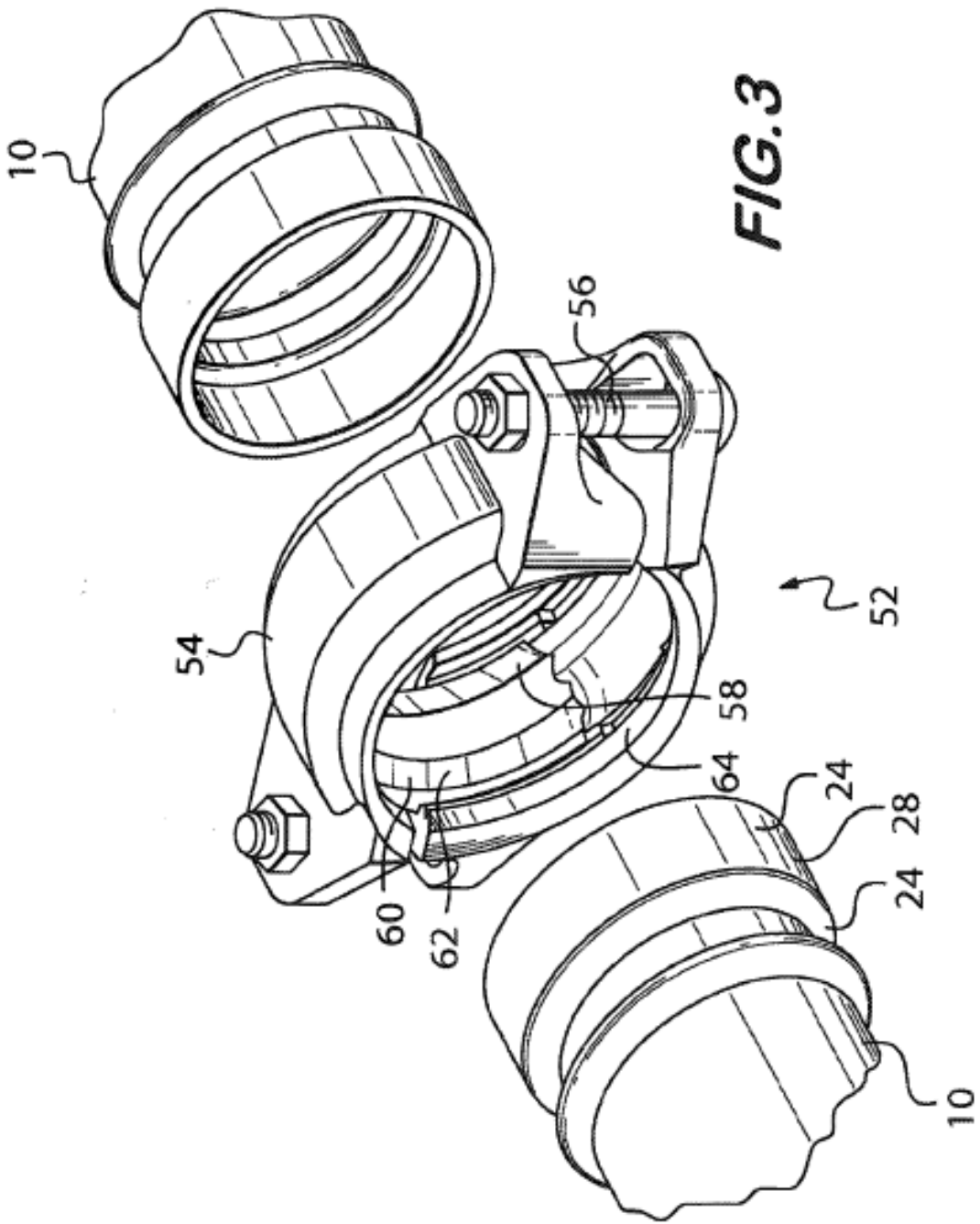


FIG.3A

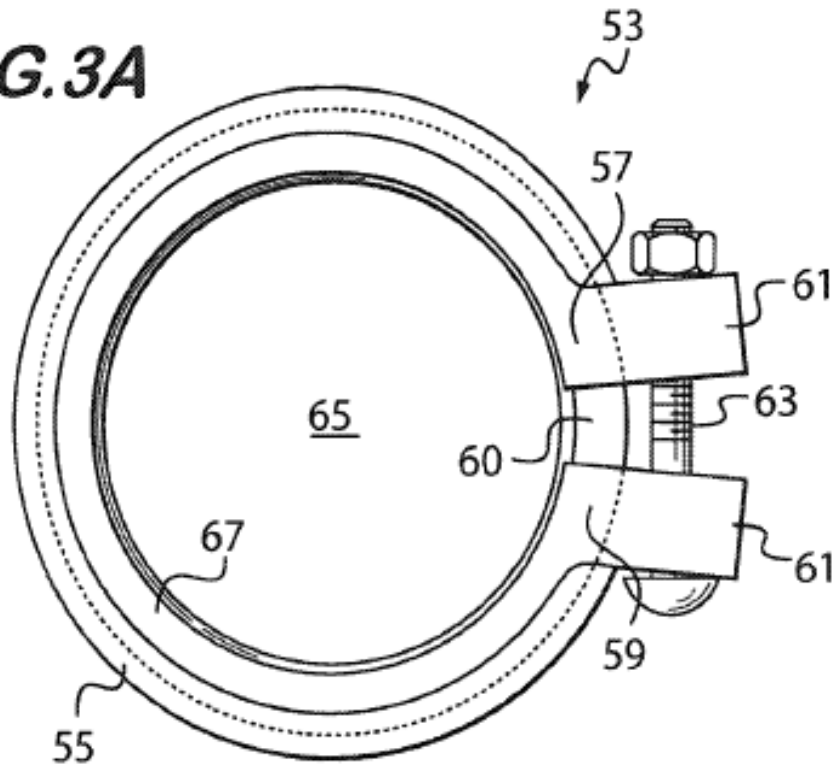
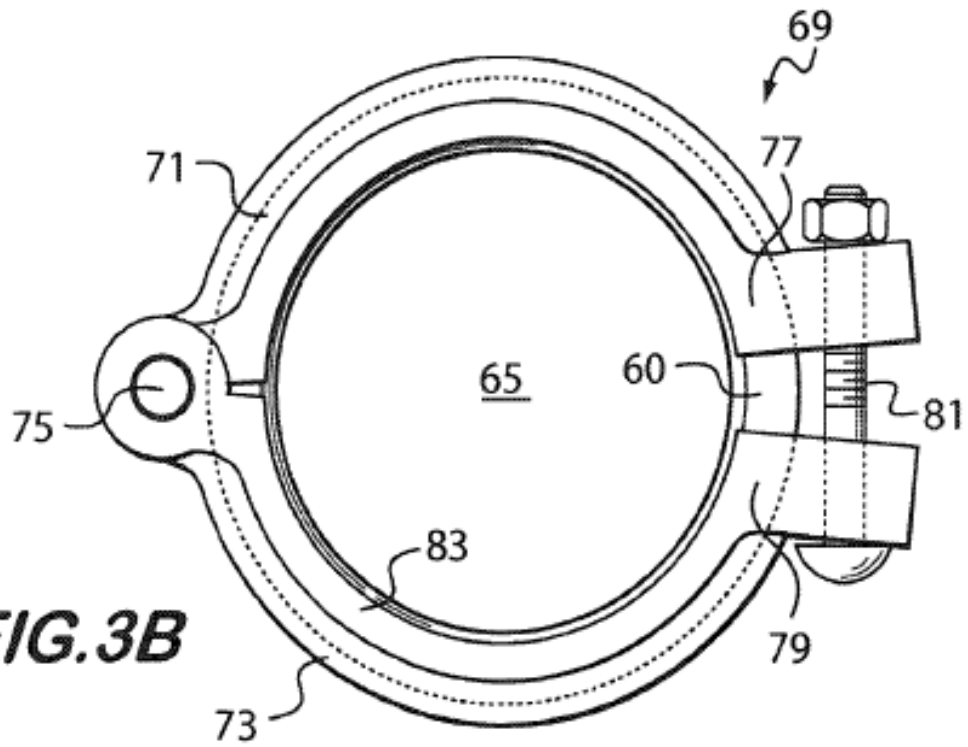


FIG.3B



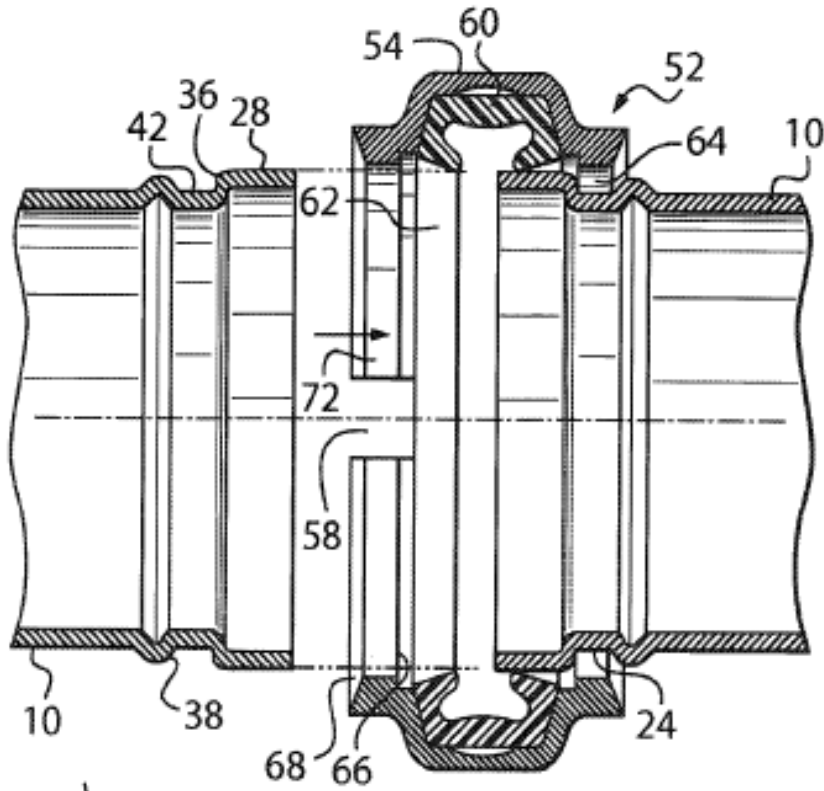


FIG. 4

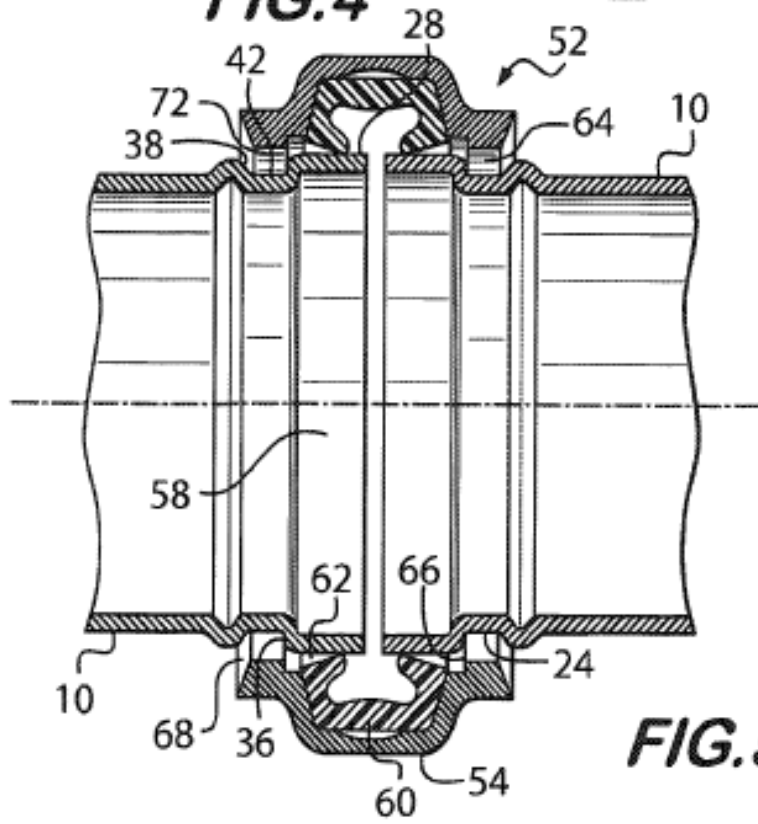


FIG. 5

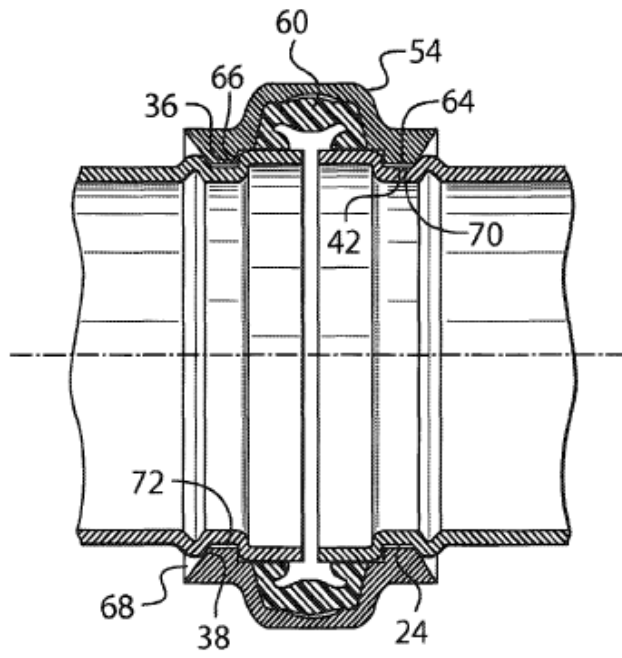


FIG. 6

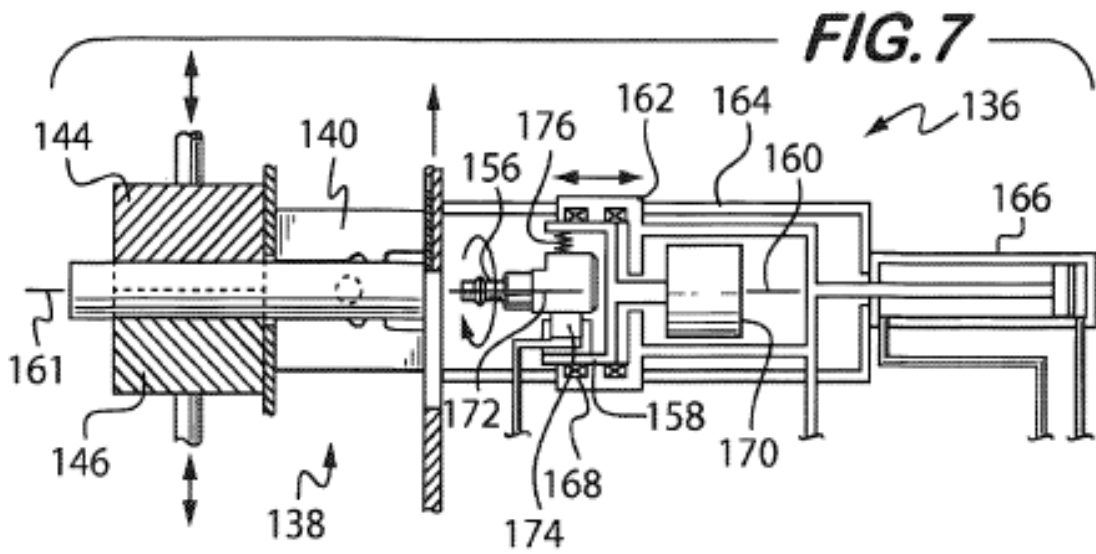
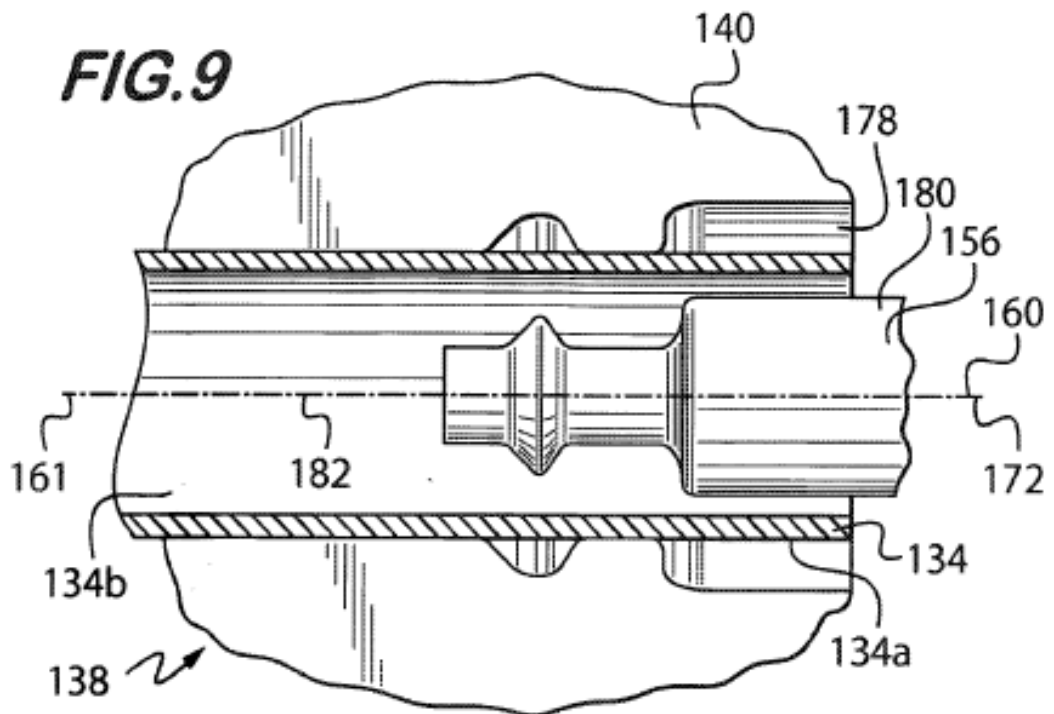
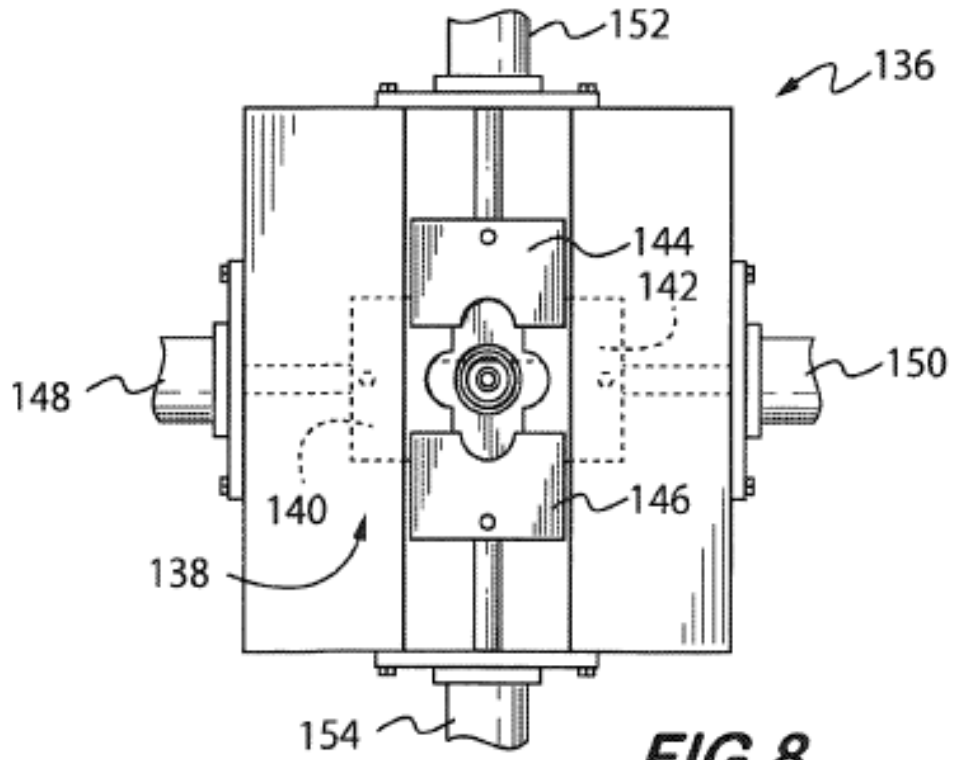


FIG. 7



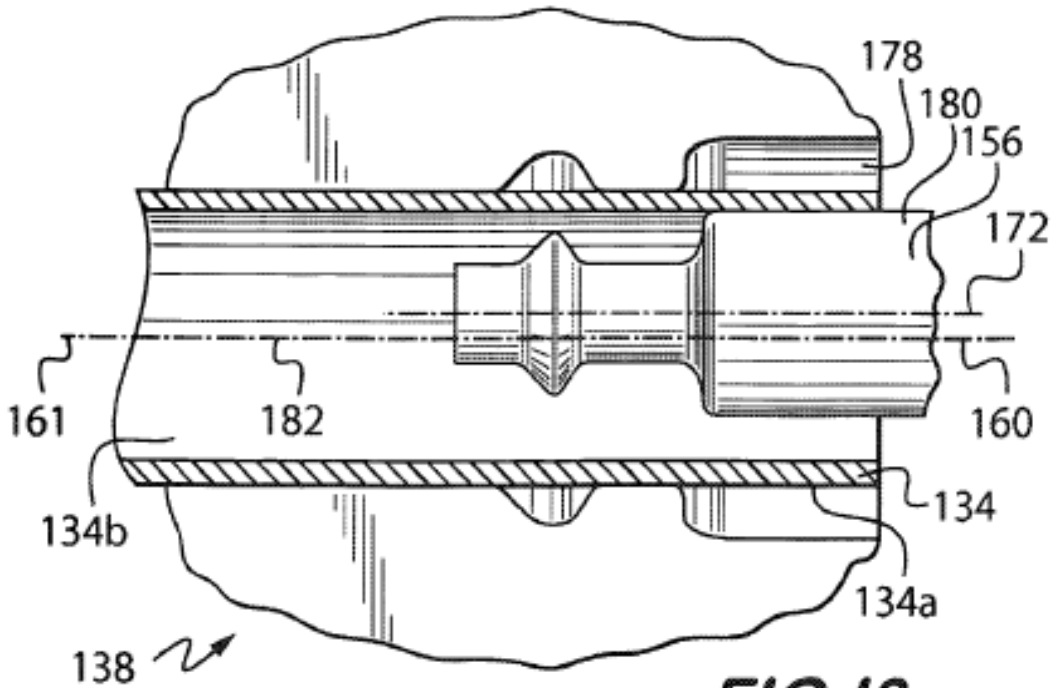


FIG. 10

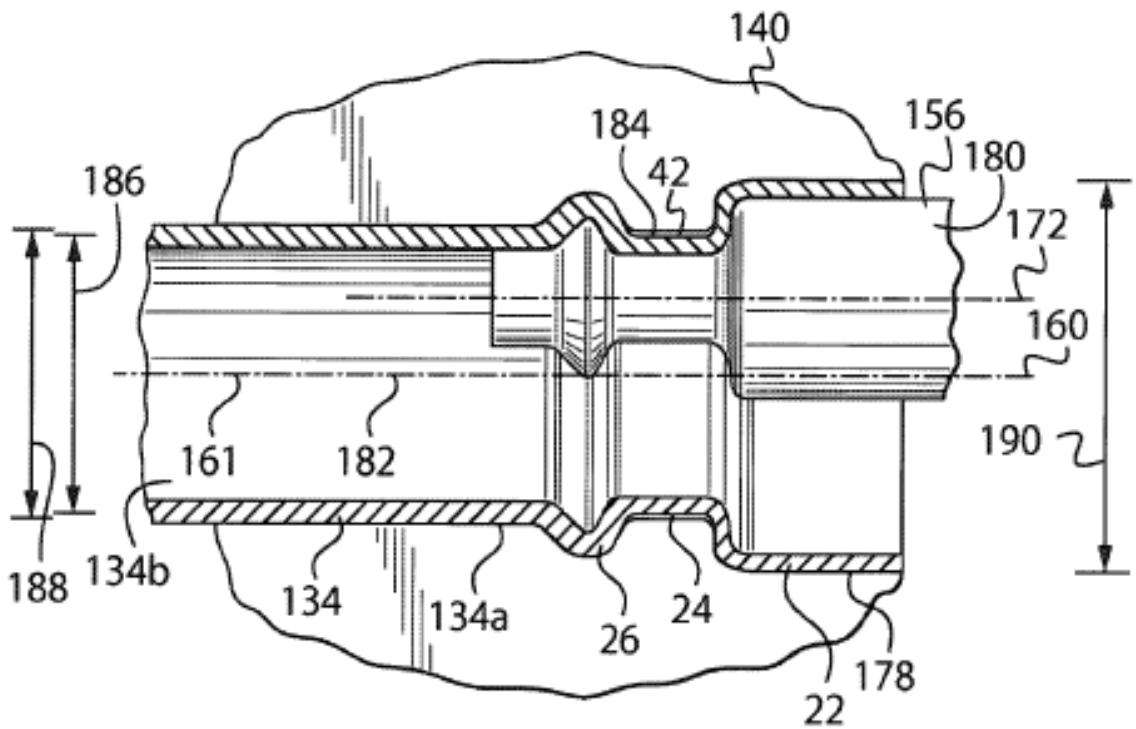


FIG. 11

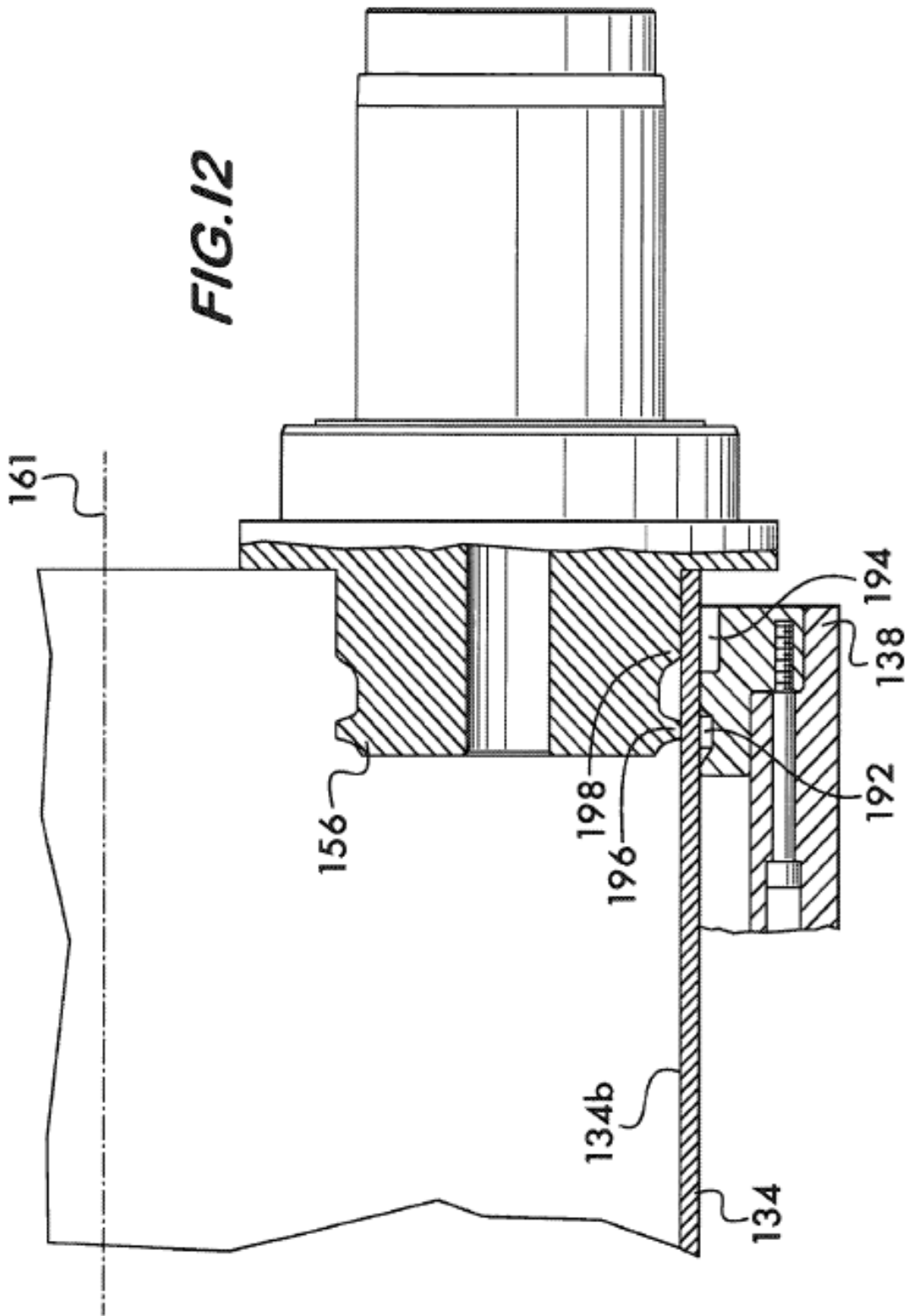
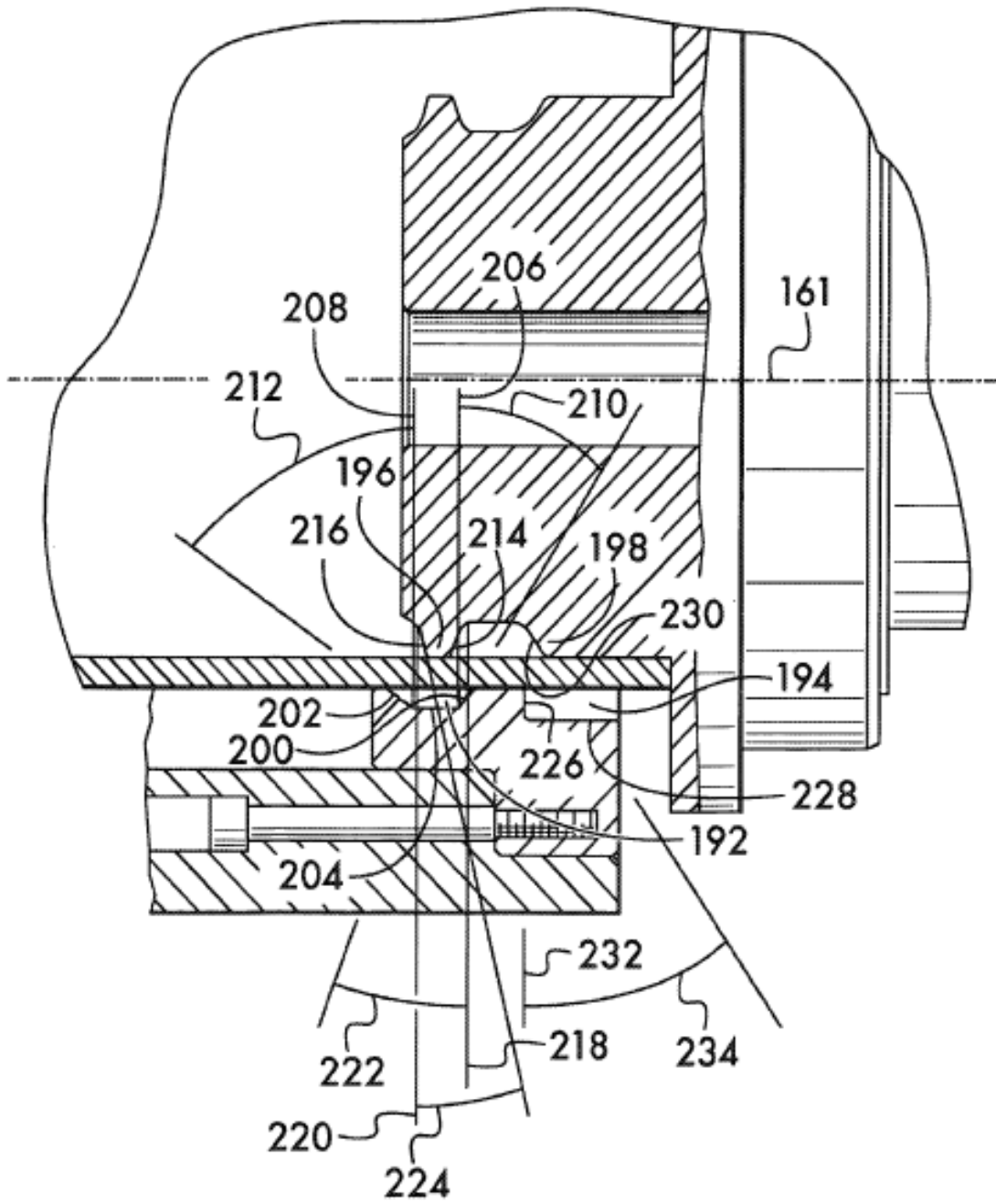


FIG.13



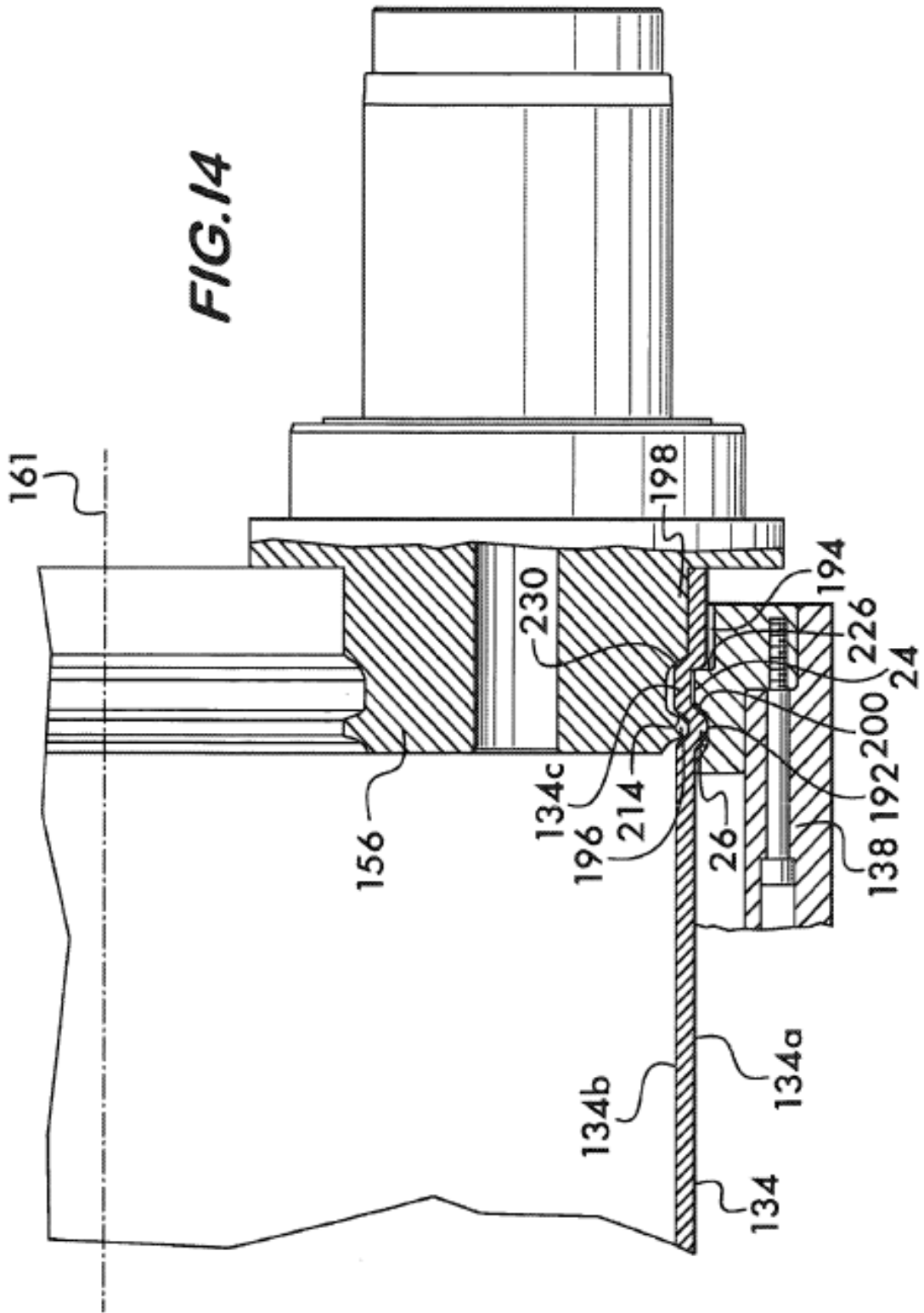


FIG.15

