

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 970 687**

51 Int. Cl.:

**B21D 17/04** (2006.01)

**B21H 1/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2018 PCT/US2018/065136**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2019 WO19125855**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2018 E 18892999 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2024 EP 3727609**

54 Título: **Dispositivo para ranurado de tuberías**

30 Prioridad:

**19.12.2017 US 201762607340 P**  
**10.08.2018 US 201862717086 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.05.2024**

73 Titular/es:

**VICTAULIC COMPANY (100.0%)**  
**4901 Kesslersville Road**  
**Easton, PA 18040-6714, US**

72 Inventor/es:

**DOLE, DOUGLAS, R.**

74 Agente/Representante:

**MORENO NOGALES, Ángeles**

**ES 2 970 687 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

Dispositivo para ranurado de tuberías

Campo de la Invención

Esta invención se refiere a máquinas que utilizan levas para trabajar en frío elementos de tuberías.

## 5 Antecedentes

El trabajo en frío de elementos de tubería, por ejemplo, la impresión de una ranura circunferencial en un elemento de tubería para insertar un acoplamiento mecánico de tubería se logra ventajosamente utilizando máquinas ranuradoras de rodillos que tienen un rodillo interior que engrana la superficie interior del elemento de tubería y un rodillo exterior que engrana simultáneamente la superficie exterior del elemento de tubería opuesto al rodillo interior. A medida que la tubería gira alrededor de su eje longitudinal, a menudo impulsando el rodillo interior, el rodillo exterior se fuerza progresivamente hacia el rodillo interior. Los rodillos tienen perfiles superficiales que se imprimen en la circunferencia del elemento de la tubería a medida que gira, formando así una ranura circunferencial.

Son varios los retos a los que se enfrenta esta técnica si se trata de trabajar en frío elementos de tubería con las tolerancias requeridas con la precisión necesaria. Lo más apremiante son las dificultades asociadas con la producción de una ranura del radio deseado (medido desde el centro del orificio del elemento de tubería hasta la base de la ranura) dentro de un rango de tolerancia deseado. Además, la impresión de una ranura circunferencial cerca del extremo de un elemento de tubería a menudo hace que la región final del elemento de tubería se expanda en diámetro, un fenómeno conocido como "abocinamiento". Las tolerancias de los elementos abocinados y de tubería deben tenerse en cuenta en el diseño de acoplamientos y sellos mecánicos, lo que complica su diseño y fabricación. Estas consideraciones han matriz lugar a complicados dispositivos de última generación que, por ejemplo, requieren actuadores para forzar el acoplamiento de los rodillos con el elemento de la tubería y la necesidad de que el operador ajuste el recorrido de los rodillos para lograr el radio de ranura deseado. Además, las máquinas ranuradoras de rodillos de última generación aplican una torsión significativa al elemento de la tubería y tienen bajas tasas de producción, lo que a menudo requiere muchas revoluciones del elemento de la tubería para lograr una ranura circunferencial completada. Es evidente la necesidad de dispositivos, por ejemplo, los que utilizan levas, para trabajar en frío con precisión los elementos de tubería que son simples, pero producen resultados más rápidos con menos participación del operador.

El documento del estado de la técnica US 2017/151596A1 describe un dispositivo para el trabajo en frío con elementos de tubería con dos o más levas, cada una de las cuales tiene un engranaje que se acopla con un piñón para hacer girar todas las levas. Cada leva tiene una superficie con una región de radio creciente y puede tener una región de radio constante que se extiende alrededor de un cuerpo de leva. Cada leva también tiene una superficie de tracción que se extiende alrededor del cuerpo de la leva. Una discontinuidad en cada superficie de leva se alinea con un hueco en la superficie de tracción de cada leva. Las discontinuidades y los huecos proporcionan espacio libre para la inserción y extracción del elemento de tubería entre las levas para formar una ranura circunferencial cuando se giran las levas.

## 35 Sumario

La presente invención proporciona una solución a los problemas antes mencionados según la reivindicación independiente.

Las realizaciones preferidas se proporcionan mediante las reivindicaciones dependientes. Las realizaciones y/o ejemplos de la siguiente descripción que no están cubiertos por las reivindicaciones, se proporcionan únicamente con fines ilustrativos y sólo pretenden ayudar al lector a comprender la presente invención. Sin embargo, tales realizaciones y/o ejemplos que no están cubiertos por las reivindicaciones no forman parte de la presente invención que está definida únicamente por las reivindicaciones.

La invención se refiere a un dispositivo para formar una ranura circunferencial en un elemento de tubería. En una realización a modo de ejemplo, el dispositivo comprende un piñón fijado contra rotación alrededor de un eje de piñón dispuesto coaxialmente con el piñón. Una matriz de extensión se coloca adyacente al piñón y concéntrico con el eje del piñón. La matriz de expansión tiene una pluralidad de segmentos móviles radialmente hacia y fuera del eje del piñón. Cada segmento de la matriz tiene una fase de matriz orientada hacia afuera del eje del piñón y se puede enganchar con una superficie interna del elemento de tubería cuando se aleja de ella. Un actuador se acopla a la matriz de extensión para mover los segmentos del matriz hacia y lejos del eje del piñón. Un carro rodea el matriz de extensión. El carro puede girar alrededor del eje del piñón. El carro define una abertura dispuesta coaxialmente con el eje del piñón para recibir el elemento de tubería. Una pluralidad de engranajes se monta en el carro. Cada engranaje puede girar con respecto al carro alrededor de un eje de engranaje respectivo.

Cada engranaje se acopla con el piñón. Uno de una pluralidad de cuerpos de levas está montado en uno de los engranajes respectivos. Una de una pluralidad de superficies de primera leva se extiende alrededor de uno de los cuerpos de leva respectivos. Cada una de las primeras superficies de leva comprende una región de radio creciente

y una discontinuidad. El elemento de tubería se coloca entre las caras de la matriz y las primeras superficies de leva cuando el elemento de tubería se recibe dentro de la abertura.

5 En un ejemplo de realización, el actuador comprende una barra de tracción colocada coaxialmente con la matriz expansiva y móvil a lo largo del eje del piñón. El movimiento de la barra de tracción desplaza los segmentos de la matriz hacia y desde el eje del piñón. Un cilindro tiene un pistón acoplado a la barra de tracción para mover la barra de tracción a lo largo del eje del piñón.

10 A modo de ejemplo, cada uno de los engranajes puede tener el mismo diámetro de círculo de paso. Al menos una superficie de tracción puede extenderse alrededor de uno de los cuerpos de leva. Al menos una superficie de tracción se puede acoplar con el elemento de tubería. Además, a modo de ejemplo, el piñón puede tener un diámetro de círculo de paso igual a un diámetro exterior del elemento de tubería.

En una realización de ejemplo, al menos una superficie de tracción se extiende alrededor de uno de los cuerpos de leva. Al menos una superficie de tracción se puede acoplar con el elemento de tubería. Al menos una superficie de tracción tiene un diámetro de círculo de paso igual al diámetro del círculo de paso de uno de los engranajes.

15 En un ejemplo, cada una de las primeras superficies de leva comprende además una región de radio constante colocada adyacente a una de las respectivas discontinuidades.

A modo de ejemplo, al menos una superficie de tracción tiene un hueco en su interior, estando el hueco alineado axialmente con la discontinuidad de la primera superficie de leva que rodea el cuerpo de leva. Adicionalmente, por ejemplo, al menos una superficie de tracción tiene un hueco en la misma, estando dicho hueco alineado axialmente con la discontinuidad de la primera superficie de leva que rodea al cuerpo de leva.

20 Un ejemplo de realización comprende además una pluralidad de superficies de tracción. Cada una de las superficies de tracción se extiende alrededor de los respectivos cuerpos de leva. Cada una de las superficies de tracción tiene un hueco en su interior. Cada hueco se alinea axialmente con una de las discontinuidades respectivas de las primeras superficies de leva en cada uno de los cuerpos de leva. En un ejemplo, al menos una superficie de tracción está situada en un cuerpo de leva en relación espaciada con la primera superficie de leva que se extiende alrededor del cuerpo de leva. En otro ejemplo, al menos una superficie de tracción está situada en el cuerpo de leva en relación espaciada con la primera superficie de leva que se extiende alrededor del cuerpo de leva.

25 Un ejemplo de realización puede comprender al menos tres engranajes. Otro ejemplo de realización puede comprender al menos cuatro engranajes. A modo de ejemplo, una de las primeras superficies de levas se coloca entre el engranaje y al menos una superficie de tracción. En otro ejemplo, una de las primeras superficies de leva se coloca cerca de al menos una superficie de tracción. En una realización de ejemplo, al menos una superficie de tracción comprende una pluralidad de proyecciones que se extienden hacia el exterior desde la misma.

30 Una realización de ejemplo comprende además una pluralidad de segundas superficies de leva. Cada una de las segundas superficies de leva se extiende alrededor de los respectivos cuerpos de leva y se coloca en relación espaciada con las respectivas primeras superficies de leva. Cada una de las superficies de la segunda leva puede comprender una región de radio creciente y una discontinuidad. Cada discontinuidad de las segundas superficies de levas se alinea con una de las discontinuidades respectivas de las superficies de las primeras levas. A modo de ejemplo, cada una de las superficies de la segunda leva puede comprender una región de radio constante colocada adyacente a una de las discontinuidades respectivas de las superficies de la segunda leva. En otro ejemplo de realización, cada una de las segundas superficies de leva tiene un radio constante.

35 Un ejemplo de realización comprende además al menos una superficie de tracción que se extiende alrededor de uno de los cuerpos de leva. Al menos una superficie de tracción tiene un hueco. El espacio se alinea axialmente con la discontinuidad de la primera superficie de leva que rodea el cuerpo de una leva. En otro ejemplo, al menos una superficie de tracción comprende una pluralidad de salientes que se extienden hacia el exterior de la misma. En una realización de ejemplo, la primera superficie de leva que rodea a el cuerpo de una leva se coloca entre al menos una superficie de tracción y la segunda superficie de leva que rodea el cuerpo de una leva

40 En una realización de ejemplo, la primera y la segunda superficie de leva que rodean el cuerpo de una leva se colocan entre al menos una superficie de tracción y uno de los engranajes en los que está montado el cuerpo de una leva. En otro ejemplo, la primera superficie de leva que rodea el primer cuerpo de leva se coloca cerca de al menos una superficie de tracción. Al menos una superficie de tracción puede tener un diámetro de círculo de paso igual al diámetro del círculo de paso de uno de los engranajes. Un ejemplo comprende además una pluralidad de superficies de tracción. Cada una de las superficies de tracción se extiende alrededor de uno de los respectivos cuerpos de leva. Cada una de las superficies de tracción tiene un hueco. Cada espacio está alineado axialmente con una de las discontinuidades respectivas de las primeras superficies de leva en cada uno de los cuerpos de leva. Cada una de las superficies de tracción puede comprender una pluralidad de salientes que se extienden hacia el exterior de la misma.

45 En otro ejemplo de realización, cada una de las primeras superficies de levas se coloca entre una de las respectivas superficies de tracción y una respectiva de las segundas superficies de levas en cada cuerpo de leva. La primera y la

segunda superficie de la leva pueden colocarse entre la superficie de tracción y el engranaje en cada cuerpo de leva. La primera superficie de leva puede colocarse cerca de la superficie de tracción en cada cuerpo de leva.

Una realización de ejemplo abarca otro dispositivo de ejemplo para formar una ranura circunferencial en un elemento de tubería. En este ejemplo, el dispositivo consta de un piñón fijado contra la rotación alrededor de un eje de piñón dispuesto coaxialmente con el piñón. Un carro rodea el piñón. El carro es giratorio alrededor del eje del piñón y define una abertura dispuesta coaxialmente con el eje del piñón para recibir el elemento de tubería. Una pluralidad de engranajes está montada en el carro. Cada engranaje puede girar en relación con el carro alrededor de un eje de engranaje respectivo. Cada engranaje se acopla con el piñón. Una pluralidad de cuerpos de levas, de los cuales cada cuerpo de leva está montado en uno de los engranajes respectivos, incluye una pluralidad de superficies de primera leva. Cada una de las primeras superficies de leva se extiende alrededor de uno de los cuerpos de leva respectivos y se puede enganchar con el elemento de tubería recibido dentro de la abertura. Cada una de las primeras superficies de leva comprende una región de radio creciente. Cada una de las primeras superficies de levas comprende una primera discontinuidad de la primera superficie de leva. En un ejemplo, cada engranaje tiene el mismo diámetro de círculo de paso. Una realización de ejemplo puede comprender además una pluralidad de superficies de segunda leva. Cada una de las superficies de la segunda leva se extiende alrededor de uno de los cuerpos de leva respectivos y se coloca en relación espaciada con una de las primeras superficies de leva.

En una realización de ejemplo, cada una de las segundas superficies de leva comprende una segunda región de radio creciente. Cada una de las superficies de la segunda leva comprende una segunda discontinuidad de la segunda superficie de leva. La segunda discontinuidad está alineada con la primera discontinuidad en cada cuerpo de leva. A modo de ejemplo, cada una de las primeras superficies de leva comprende una región de radio constante colocada adyacente a una respectiva de las primeras discontinuidades. En otro ejemplo, cada una de las segundas superficies de leva comprende una región de radio constante colocada adyacente a una respectiva de las segundas discontinuidades. Cada una de las superficies de la segunda leva puede tener un radio constante. Un ejemplo de realización comprende además al menos una superficie de tracción que se extiende alrededor de uno de los cuerpos de leva. Al menos una superficie de tracción tiene un hueco en ella. El hueco se alinea axialmente con la primera discontinuidad de la primera superficie de leva que rodea el cuerpo de una leva.

En una realización de ejemplo, al menos una superficie de tracción puede comprender una pluralidad de proyecciones que se extienden hacia el exterior desde ella. A modo de ejemplo, se puede colocar al menos una superficie de tracción cerca de la primera superficie de leva que rodea el cuerpo de una leva. En otro ejemplo, el piñón tiene un diámetro de círculo de paso igual a un diámetro exterior del elemento de tubería. En otro ejemplo, al menos una superficie de tracción puede tener un diámetro de círculo de paso igual al diámetro del círculo de paso de uno de los engranajes.

Una realización de ejemplo puede comprender además una pluralidad de superficies de tracción. Cada una de las superficies de tracción se extiende alrededor de uno de los cuerpos de levas. Cada una de las superficies de tracción tiene un hueco. Cada hueco está alineado axialmente con una de las discontinuidades respectivas de las primeras superficies de leva en cada uno de los cuerpos de leva. Cada una de las superficies de tracción tiene un diámetro de círculo de paso igual a los diámetros de círculo de paso de los engranajes. A modo de ejemplo, al menos una superficie de tracción se extiende alrededor de uno de los cuerpos de levas. Al menos una superficie de tracción tiene un hueco. El hueco se alinea axialmente con la primera discontinuidad de la primera superficie de leva que rodea el cuerpo de una leva. A modo de ejemplo, el piñón tiene un diámetro de círculo de paso igual a un diámetro exterior del elemento de tubería. También en un ejemplo, al menos una superficie de tracción puede tener un diámetro de círculo de paso igual al diámetro del círculo de paso de uno de los engranajes. En una realización de ejemplo, la primera superficie de leva puede colocarse entre al menos una superficie de tracción y la segunda superficie de leva que rodea el cuerpo de leva. Además a modo de ejemplo, la primera y la segunda superficie de levas pueden colocarse entre al menos una superficie de tracción y el engranaje en el que está montado el cuerpo de una leva.

Otro ejemplo de realización comprende además una pluralidad de superficies de tracción. Cada una de las superficies de tracción se extiende alrededor de uno de los cuerpos de leva. Cada una de las superficies de tracción tiene un hueco. Cada hueco está alineado axialmente con una de las discontinuidades respectivas de las primeras superficies de leva en cada uno de los cuerpos de leva. Cada una de las superficies de tracción tiene un diámetro de círculo de paso igual a los diámetros del círculo de paso de los engranajes. A modo de ejemplo, cada una de las primeras superficies de levas puede colocarse entre una de las respectivas superficies de tracción y una respectiva de las superficies de la segunda leva en cada cuerpo de la leva. En otro ejemplo, cada una de las superficies de la primera y la segunda leva puede colocarse entre la respectiva de la superficie de tracción y una respectiva de los engranajes de cada cuerpo de leva. También a modo de ejemplo, cada una de las primeras superficies de levas puede colocarse cerca de una de las respectivas superficies de tracción en cada cuerpo de leva.

Un ejemplo de realización puede comprender al menos tres engranajes. Una realización de ejemplo puede comprender al menos cuatro engranajes. Un ejemplo de realización puede comprender además una cazoleta colocada adyacente al piñón y orientada hacia la abertura. El elemento de la tubería colinda con la cazoleta.

Un ejemplo de realización también abarca una pluralidad de levas para trabajar en frío un elemento de tubería. Las levas giran circunferencialmente alrededor del elemento de tubería. A modo de ejemplo, cada leva comprende un cuerpo de leva que tiene un eje de rotación. Una primera superficie de leva se extiende alrededor del cuerpo de la

5 leva. La primera superficie de leva comprende una primera región de radio creciente y una primera discontinuidad de la primera superficie de leva. Una segunda superficie de leva se extiende alrededor del cuerpo de la leva y se coloca en una relación espaciada a lo largo del eje de rotación con la primera superficie de leva. A modo de ejemplo, la segunda superficie de leva puede comprender una segunda región de radio creciente y una segunda discontinuidad de la segunda superficie de leva. La segunda discontinuidad está alineada con la primera discontinuidad. La primera superficie de leva puede tener una región de radio constante colocada adyacente a la primera discontinuidad. La segunda superficie de leva puede tener una región de radio constante situada en función de la segunda discontinuidad. En una realización de ejemplo, la segunda superficie de leva puede tener un radio constante.

10 Un ejemplo de realización puede comprender además una superficie de tracción que se extienda alrededor del cuerpo de la leva. La superficie de tracción tiene un hueco en la misma. El hueco está alineado axialmente con la primera discontinuidad. En un ejemplo, la superficie de tracción comprende una pluralidad de salientes que se extienden hacia el exterior de la misma. El hueco está alineado axialmente con la primera discontinuidad. En un ejemplo, la superficie de tracción comprende una pluralidad de salientes que se extienden hacia el exterior de ésta. A modo de ejemplo, la primera superficie de leva puede estar situada entre la superficie de tracción y la segunda superficie de leva. Otro ejemplo de realización comprende un engranaje montado en el cuerpo de leva. El engranaje se dispone coaxialmente con el eje de rotación. En una realización de ejemplo, las superficies de leva primera y segunda pueden colocarse entre la superficie de tracción y el engranaje.

Breve descripción de las figuras

20 La Figura 1 es una vista en sección longitudinal de un dispositivo de ejemplo para formar ranuras circunferenciales en elementos de tubería;

La Figura 1A es una vista seccional longitudinal a escala ampliada de una parte del dispositivo que se muestra en la Figura 1;

La Figura 2 es una vista seccional longitudinal del dispositivo que se muestra en la Figura 1 formando una ranura circunferencial en un elemento de tubería;

25 La Figura 2A es una vista longitudinal en sección a escala ampliada de una parte del dispositivo que se muestra en la Figura 2;

Las figuras 3 y 3A son vistas isométricas en despiece de componentes seleccionados del dispositivo mostrado en la figura 1;

30 La Figura 4 es una vista isométrica de una leva de ejemplo utilizada en el dispositivo que se muestra en la Figura 1 a escala ampliada;

La Figura 5 es una vista desde un extremo de una leva de ejemplo utilizada en el dispositivo mostrado en la Figura 1 a escala ampliada;

La Figura 6 es una vista lateral de una leva de ejemplo utilizada en el dispositivo mostrado en la Figura 1 a escala ampliada;

35 La Figura 7 es una vista isométrica de un conjunto de reducción de engranajes utilizado en el dispositivo que se muestra en la Figura 1;

La Figura 8 es una vista final de los componentes seleccionados utilizados en el dispositivo que se muestra en la Figura 1;

40 La Figura 9 es una vista en sección longitudinal de un dispositivo de ejemplo para formar ranuras circunferenciales en elementos de tubería;

La Figura 9A es una vista longitudinal en sección a escala ampliada de una parte del dispositivo que se muestra en la Figura 9;

La Figura 10 es una vista seccional longitudinal del dispositivo que se muestra en la Figura 9 formando una ranura circunferencial en un elemento de tubería;

45 La Figura 10A es una vista longitudinal en sección a escala ampliada de una parte del dispositivo que se muestra en la Figura 10;

La Figura 11 es una vista isométrica despiezada de los componentes seleccionados del dispositivo que se muestra en la Figura 9;

50 La Figura 12 es una vista lateral de una leva de ejemplo utilizada en el dispositivo que se muestra en la Figura 9 a escala ampliada;

La Figura 13 es una vista final de una leva de ejemplo utilizada en el dispositivo que se muestra en la Figura 9 a escala ampliada; y

La Figura 14 es una vista final de los componentes seleccionados utilizados en el dispositivo que se muestra en la Figura 9.

5 Descripción detallada

Las figuras 1 y 1A muestran un ejemplo de dispositivo 10 para formar una ranura circunferencial en un elemento de tubería. El dispositivo 10 es ventajoso para ranurar elementos de tubería con diámetros nominales de 31,75 mm (1,25 pulgadas) o más. El dispositivo 10 comprende un piñón 12 montado en un eje intermedio 14 (véase también la figura 3). El piñón 12 y el eje intermedio 14 están montados de forma fija contra la rotación alrededor de un eje de piñón 16 dispuesto coaxialmente con el piñón y el eje. La fijeza rotacional del piñón 12 se logra utilizando una llave 18 entre el piñón y el eje intermedio 14, así como engranando una parte 14a del eje intermedio 14 con un soporte de fijación 20. El soporte de fijación 20 está montado de forma fija sobre una base 22. La porción 14a del eje intermedio 14 tiene una sección transversal poligonal que se acopla a una abertura 24 que se extiende a través del montaje de fijación 20. La forma de la abertura 24 coincide con la de la porción 14a del eje intermedio 14 y, por lo tanto, evitará la rotación del eje alrededor del eje del piñón 16, pero permitirá el movimiento axial del eje. En este ejemplo de realización, la porción 14a tiene una sección transversal cuadrada y la abertura 24 tiene una forma cuadrada sustancialmente coincidente.

Un carro 26 rodea el piñón 12. El carro 26 está montado en la brida 28 de un eje exterior 30. El eje exterior 30 es hueco, rodea y es coaxial con el eje intermedio 14. Los cojinetes 32 colocados entre el eje exterior 30 y el eje intermedio 14 permiten que el eje exterior y, por lo tanto, el carro 26 unido a él, giren alrededor del eje del piñón 16 en relación con el eje intermedio 14. El carro 26 define una abertura 34 para recibir un elemento de tubería en el que se va a formar una ranura. La abertura 34 está dispuesta coaxialmente con el eje del piñón 16. Una placa de tope 36 está montada en el eje intermedio 14 a través del piñón 12. La placa de tope 36 se puede mover axialmente a lo largo del eje del piñón 16 con el eje intermedio 14 y el piñón 12. La placa de tope 36, el eje intermedio 14 y el piñón 12 son empujados hacia la abertura 34 por muelles 38 que actúan entre el piñón y el eje exterior 30 a través de la brida del eje 28. Debido a que el eje intermedio 14 está fijo en rotación con respecto a la base 22, se pueden usar cojinetes de empuje 40 entre el piñón 12 y los resortes 40 para proteger los muelles 38 que giran con la brida 28 y el eje exterior 30, y reducir la fricción entre el piñón 12 y la brida 28. La placa de tope 36 coopera con el piñón 12 y los cojinetes de empuje 40 para proporcionar un tope positivo que ubica el elemento de la tubería para un posicionamiento adecuado de la ranura.

Una pluralidad de engranajes 42 están montados en el carro 26. En la realización de ejemplo que se muestra en las Figuras 1, 2 y 3, el carro tiene 4 engranajes espaciados en ángulos de 90° entre sí. Cada engranaje 42 es giratorio alrededor de un eje de engranaje respectivo 44. En una realización práctica, cada engranaje está montado en un eje de engranaje 46 fijado entre las placas delantera y trasera 48 y 50 que comprenden el carro 26. Los cojinetes 52 colocados entre cada engranaje 42 y su respectivo eje 46 proporcionan una rotación de baja fricción de los engranajes dentro del carro 26. Cada engranaje 42 se acopla con el piñón 12.

Como se muestra en la Figura 4, se monta un cuerpo de leva 54 en cada engranaje 42. Una primera superficie de leva 56 se extiende alrededor de cada cuerpo de leva 54. Las primeras superficies de leva 56 se pueden acoplar con el elemento de tubería recibido a través de la abertura 34. Como se muestra en la Figura 5, la primera superficie de leva 56 comprende una región de radio creciente 58 y una discontinuidad 60 de la superficie de leva. La discontinuidad 60 es una posición en el cuerpo de la leva 54 donde la superficie de la leva 56 no entra en contacto con el elemento de la tubería. Además, es ventajoso incluir, como parte de cada primera superficie de leva 56, una región de radio constante 62 situada adyacente a la discontinuidad 60. Al menos una superficie de tracción 64 puede extenderse alrededor de uno de los cuerpos de levas 54. En el ejemplo que se muestra en la Figura 3, una superficie de tracción respectiva 64 se extiende alrededor de cada cuerpo de leva 54. Las superficies de tracción 64 también se pueden acoplar con un elemento de tubería recibido dentro del carro 26, pero cada superficie de fracción tiene un hueco 66 alineado axialmente (es decir, en una dirección a lo largo del eje del engranaje 44) con la discontinuidad 60 en la primera superficie de leva 56 en cada cuerpo de leva 54. Como se muestra en la Figura 4, la superficie de tracción 64 puede comprender una pluralidad de salientes 68 que se extienden hacia el exterior de la misma. Las proyecciones proporcionan la sujeción entre el elemento de tubería y la superficie de la fracción 64 durante el funcionamiento del dispositivo y puede formarse, por ejemplo, moleteando la superficie de tracción. La superficie de tracción tiene un círculo de paso con un diámetro de 128. Cuando las proyecciones 68 están presentes en la superficie de tracción 64, el diámetro de paso 128 de la superficie de tracción estará determinado por la interacción de las proyecciones 68 con el elemento de tubería 79, incluida la impresión hecha por las proyecciones 68 sobre el elemento de tubería 79. Si las proyecciones 68 no están presentes, el diámetro del círculo de paso 127 de la superficie de tracción 64 será igual al de la superficie de tracción. Como se muestra en la Figura 4, la primera superficie de leva 56 está colocada entre el engranaje 42 y la superficie de tracción 64, en relación espaciada con la superficie de tracción pero próxima a ella en comparación con el engranaje.

Como se muestra en las figuras 1 y 4, una segunda superficie de leva 70 también se coloca en el cuerpo de leva 54 y se extiende alrededor del mismo. La segunda superficie de leva 70 es una superficie de ensanchamiento controlado. El abocinamiento es la expansión radial del extremo del elemento de tubería que tiende a producirse cuando se forma

una ranura circunferencial cerca de dicho extremo. La segunda superficie de leva 70 (superficie de ensanchamiento controlado) está situada junto al engranaje 42 de forma que hace contacto con el elemento de tubería cerca de su extremo, donde el ensanchamiento sería más pronunciado como resultado de la formación de ranuras. Como se muestra en las Figuras 4 y 6, excepto por su discontinuidad 70a, la segunda superficie de leva 70 tiene un radio constante 72 dimensionado para entrar en contacto con el elemento de tubería para controlar el ensanchamiento y, por ejemplo, mantener su extremo en el diámetro nominal original del elemento de tubería durante y después de la formación de la ranura. La discontinuidad 70a está alineada con la discontinuidad 60 en la primera superficie de leva 56 y es una posición en el cuerpo de leva 54 donde la superficie de leva 70 no entra en contacto con el elemento de tubería. En realizaciones alternativas, la segunda superficie de leva 70 puede tener una región de radio creciente y una región de acabado de radio constante, o la segunda superficie de leva 70 puede tener un radio creciente en toda su longitud de arco.

Como se muestra en las Figuras 1, 3 y 3A, el dispositivo 10 comprende además una matriz expansiva 74 colocado adyacente al piñón 12. En este ejemplo, la matriz 74 consta de cuatro segmentos 76 de deslizamiento radial, montados en el piñón 12 y acoplados a un actuador. En este ejemplo, el actuador consta de una barra de tracción 78 que se extiende a través de un orificio hueco 80 del eje intermedio 14. La barra de tracción 78 tiene un extremo cónico y facetado 82 que se acopla a las superficies de facetas de acoplamiento 84 en cada segmento de matriz 76. La barra de tracción 78 se puede mover axialmente dentro del orificio 80 en relación con el eje intermedio 14 y los segmentos de matriz 76 se mueven radialmente hacia y desde el eje del piñón 16 en relación con el piñón 12. El movimiento radial de los segmentos de la matriz 76 se efectúa mediante el movimiento axial de la barra de tracción 78. Las figuras 1 y 1A ilustran la barra de tracción 78 y los segmentos de matriz 76 en la posición retraída y las figuras 2 y 2A ilustran la barra de tracción y los segmentos de matriz en la posición expandida. Cuando la barra de tracción 78 está extendida hacia la abertura 34 del carro 26 (figuras 1, 1A), los segmentos de matriz 76 están situados en la parte más pequeña del extremo cónico 82 de la barra de tracción 78 y los segmentos de matriz están en su posición retraída. La matriz 74 comprende además muelles circulares 86 (véase la figura 3A) que rodean y empujan los segmentos de la matriz 76 hacia la posición retraída. Cuando la barra de tracción 78 se aleja de la abertura 34 del carro 26 (figuras 2, 2A), los segmentos de la matriz 76, que están fijados axialmente en el piñón 12, son forzados radialmente hacia el exterior mediante la interacción entre las superficies facetadas 84 de cada segmento 76 y el extremo cónico facetado 82 de la barra de tracción 78. Cuando la barra de tracción 78 se devuelve hacia la abertura 34 del carro 26, los segmentos de matriz 76 se desplazan radialmente hacia el interior bajo la influencia de los muelles circulares 86 y vuelven a la posición retraída.

Como se muestra además en las Figuras 1A y 3A, cada segmento de matriz 76 tiene una cara de matriz 88 que se enfrenta radialmente fuera del eje del piñón 16 para enganchar la superficie interna de un elemento de tubería recibido dentro del carro 26. Las caras de la matriz 88 tienen una forma de perfil que está coordinada con la forma de las primeras superficies de leva 56 en los cuerpos de leva 54. Como se describe a continuación, las primeras superficies de leva 56 y las caras de la matriz 88 cooperan para formar una ranura circunferencial de la forma deseada en el elemento de tubería (ver Figuras 2, 2A). Para elementos de tubería con un diámetro nominal de 31,75 mm (1,25 pulgadas) o superior, puede ser ventajoso utilizar la matriz 74 junto con las primeras superficies de leva 56 para controlar con mayor precisión la forma y dimensiones finales de la ranura del elemento de tubería. Se espera que el uso de la matriz 74 produzca ranuras circunferenciales mejor definidas de lo que es posible utilizando únicamente las superficies de leva. Obsérvese que las caras 88 de la matriz tienen una superficie cónica 88a (Figuras 1A, 2A y 3A) que proporciona espacio libre para que las segundas superficies 70 de leva (abocinado controlado) formen el extremo del elemento de tubería cuando éste es mayor que el diámetro nominal. Las superficies 88a también son útiles cuando las superficies de abocinado controlado 70 se utilizan para reducir el diámetro exterior del elemento de tubería.

Como se muestra en las Figuras 1 y 2, el actuador que mueve la barra de tracción 78 axialmente para expandir y retraer la matriz 74 comprende además un cilindro y pistón 90. En esta realización de ejemplo, el cilindro y pistón 90 comprende un cilindro neumático 92 de doble acción que tiene un pistón 94 acoplado a la barra de tracción 78. El cilindro neumático 92 está montado en un bastidor 96 que está unido al eje intermedio 14 y es móvil en relación con la base 22. Por lo tanto, el cilindro neumático 92 se mueve axialmente con el eje intermedio 14, pero su pistón 94 puede mover la barra de tracción 78 en relación con el eje intermedio 14. Se utiliza un sensor de posición 98 para detectar la posición del conjunto que incluye la barra de tracción 78, la matriz 74, el piñón 12, el eje intermedio 14 y el cilindro neumático 92 y su bastidor 96. El sensor de posición 98 puede ser, por ejemplo, un sensor de proximidad o un microinterruptor. Un sensor de presión 100 se utiliza para detectar el estado de presión del cilindro neumático 92. Tanto el sensor de posición 98 como el sensor de presión 100 están en comunicación con un controlador 102, que puede incluir, por ejemplo, un controlador lógico programable u otro microprocesador. El controlador 102 utiliza la información del sensor de posición 98 y del sensor de presión 100 para controlar el funcionamiento del dispositivo 10 como se describe a continuación.

Como se muestra en las figuras 1 y 7, se utiliza un tren de engranajes reductores 104 para girar el eje exterior 30 alrededor del eje del piñón 16. En esta realización de ejemplo, el tren de engranajes reductores 104 comprende un tornillo helicoidal 106 accionado por un servomotor (no mostrado) controlado por el controlador 102. El servomotor actúa como un accionamiento de indexación y tiene un codificador que proporciona información precisa en cuanto a la posición del eje del motor, lo que permite un control preciso de la rotación del tornillo helicoidal 106.

El tornillo sin fin 106 se engrana con una rueda helicoidal 108. Como se muestra en las figuras 1 y 7, la rueda helicoidal 108 está montada en un eje de salida 110 apoyado para la rotación alrededor del eje del piñón 16 en los cojinetes 112 entre el eje de salida 110 y una caja de engranajes 114, que está fijada a la base 22. El eje de salida 110 está acoplado al eje exterior 30 mediante una llave 116, asegurando así la rotación del eje exterior 30 cuando el eje de salida 110 es girado por el tornillo sin fin 106 y la rueda helicoidal 108.

El funcionamiento del dispositivo 10 comienza con los cuerpos de leva 54 posicionados como se muestra en la figura 8, con las discontinuidades 60 y 70a en sus respectivas primera y segunda superficies de leva 56 y 70 (no visibles) orientadas hacia el eje del piñón 16 y los huecos 66 en sus respectivas superficies de tracción 64 (cuando están presentes) también orientados hacia el eje del piñón 16. Esta orientación de los cuerpos de leva 54 se establece en el momento del montaje de los engranajes 42 con el piñón 12 en el carro 26 y es fijada como posición inicial por el controlador 102 (figura 1) y el servomotor (no mostrado) actuando a través del tornillo helicoidal 106 y la rueda helicoidal 108. Los segmentos de la matriz 76 están en posición retraída (figura 1A).

Como se muestra en las Figuras 1 y 1A, con los cuerpos de leva 54 en la posición inicial y los segmentos de matriz 76 retraídos, un elemento de tubería 118 a ser ranurado se inserta a través de la abertura 34 en el carro 26 y contra la placa de tope 36. La alineación de los huecos 66 en las superficies de tracción 64 (cuando están presentes) y las discontinuidades respectivas 60, 70a en la primera y segunda superficies de leva 56, 70, así como la posición retraída de los segmentos de matriz 76 proporcionan espacio libre para la inserción de la tubería. El elemento de tubería 118 se presiona además contra la placa de tope 36, comprimiendo los muelles 38 y moviendo el conjunto que comprende la matriz 74, el piñón 12, la barra de tracción 78, el cojinete de empuje 40 y el cilindro neumático 92 axialmente en relación con la base 22 y el soporte de fijación 20 unido a la misma, alcanzando así el estado de tope positivo cuando el cojinete de empuje 40 hace tope con la brida 28. La posición del conjunto es detectada por el sensor de posición 98 que envía una señal indicativa de la posición del conjunto al controlador 102. Al recibir la señal de posición, el controlador 102 ordena al cilindro neumático 92 que tire de la barra de tracción 78 alejándola de la abertura 34 del carro 26. Esto causa que los segmentos de la matriz 76 se muevan radialmente hacia afuera a una posición expandida (Figuras 2, 2A) y por lo tanto enganchen las caras de la matriz 88 con la superficie interior 120 del elemento de tubería 118. La posición expandida de los segmentos de la matriz 76 variará dependiendo del diámetro interior del elemento de tubería 118. El cilindro neumático 92 mantiene la fuerza sobre la barra de tracción 78, bloqueando así las matrices 76 contra la superficie interior del elemento de tubería. Cuando el sensor de presión 100 detecta un umbral de presión inferior en el lado de retracción del cilindro neumático 92 indicando que la barra de tracción 78 ha sido tirada, envía una señal al controlador 102 indicando el estado de los segmentos de matriz 76 como expandidos. Al recibir la señal de estado del troquel del sensor de presión 100, el controlador 102 ordena al servomotor que gire el tornillo helicoidal 106, el cual hace girar la rueda helicoidal 108. En este ejemplo, la rotación de la rueda helicoidal 108 hace girar el eje de salida 110 en el sentido contrario a las agujas del reloj (visto en la figura 8), lo que hace girar el eje exterior 30 al que está unido (llave 116, ver Figura 2A) para girar. La rotación del eje exterior 30 hace girar el carro 26 en sentido contrario a las agujas del reloj alrededor del eje del piñón 16. (El sentido de giro del carro 26 está predeterminado por la disposición de las primeras superficies de levas 56 en los cuerpos de levas 54). Esto hace que los engranajes 42 y sus cuerpos de levas asociados 54 orbiten alrededor del eje del piñón 16. Sin embargo, el piñón 12 se fija contra la rotación porque el eje intermedio 14 está bloqueado en el montaje de fijación 20 por la interacción entre la parte intermedia del eje 14a y la abertura 24 del soporte de fijación. Debido a que los engranajes 42 engranan el piñón (fijo) 12, la rotación relativa del carro 26 alrededor del eje del piñón 16 hace que los engranajes 42, y sus cuerpos de levas asociados 54, giren alrededor de sus respectivos ejes de engranajes 44 (ver Figuras 2, 2A y 8). La rotación de los cuerpos de levas 54 pone en contacto las superficies de tracción 64 y las primeras superficies de levas 56 con la superficie exterior 124 del elemento de tubería 118. Las superficies de tracción 64 se agarran al elemento de la tubería, mientras que las primeras superficies de leva 56 imprimen una ranura en la superficie exterior del elemento de la tubería 124 a medida que la región de radio creciente 58 y la región de radio constante 62 de cada primera superficie de leva 56 atraviesan el elemento de tubería 118. Los segmentos de matriz 76 se acoplan y soportan la superficie interior 120 del elemento de tubería 118 y las caras de matriz 88 cooperan con las primeras superficies de leva 56 para formar la ranura circunferencial

La ubicación de las superficies de leva de la primera leva 56 y de las superficies de leva de la segunda leva (abocinado controlado) 70 en los cuerpos de leva 54 están coordinadas con la posición del elemento de tubería 118 recibida dentro del carro 26 de modo que la ranura se forma a la distancia deseada desde el extremo del elemento de tubería 118 y se controla el abocinado en el extremo del elemento de tubería, es decir, limitado o reducido aproximadamente a su diámetro nominal o menor. El controlador 102 hace girar el carro 26 tantas revoluciones como sea necesario (dependiendo de la relación de transmisión entre los engranajes 42 y el piñón 12) para formar una ranura circunferencial de profundidad sustancialmente constante para elementos de tubería que tienen un espesor de pared uniforme. En este ejemplo, la realización sólo es necesaria una revolución del carro para formar una ranura circunferencial completa de profundidad constante. Una vez completada la formación de la ranura, el controlador 102, actuando a través del servomotor y el tren de engranajes 104, devuelve el carro 26 a una posición 5 donde los huecos 66 en las superficies de tracción 64 y las discontinuidades 60 y 70a en la primera y segunda superficies de leva 56 y 70 vuelven a mirar hacia el eje del piñón 16 (Figura 8). A continuación, el controlador 102 ordena al cilindro neumático 92 que mueva la barra de tracción 78 hacia la abertura 34 y permita que los segmentos de la matriz 76 se muevan radialmente hacia adentro hasta su posición retraída y se desenganchen del elemento de tubería 118 bajo la fuerza de polarización de los resortes circulares 86 (Figura 1 y 3A). Esta posición de los cuerpos de leva 54 y de la matriz 74

permite retirar el elemento de tubería 118 del carro 26. A medida que se retira el elemento de tubería 118, los muelles 38 empujan el conjunto formado por la barra de tracción 78, el piñón 12, el cojinete de empuje 40, el eje intermedio 14, el cilindro neumático 92 y la matriz 74 de vuelta a su posición inicial y el dispositivo 10 vuelve a estar listo para ranurar otro elemento de tubería.

5 Se consigue una ventaja significativa con el dispositivo 10 porque aplica un par de torsión mínimo al elemento de tubería durante el proceso de ranurado mientras forma una ranura con un diámetro fijo. Como se muestra en las figuras 8 y 5, esta condición se consigue cuando: 1) el diámetro del círculo primitivo 126 del piñón 12 es sustancialmente igual al diámetro exterior del elemento de tubería (figura 8); y, 2) el diámetro del círculo primitivo 128 de las superficies de tracción 64 es sustancialmente igual al diámetro del círculo primitivo 130 de los engranajes 42 (Figura 5). Cuando se  
10 cumplen estas dos condiciones, las superficies de tracción 64 se ven obligadas a atravesar la superficie exterior del elemento de tubería con poca o ninguna tendencia a hacer que la tubería gire y, por lo tanto, aplican sólo un par mínimo al elemento de tubería. Los términos "igual" y "prácticamente igual" utilizados en el presente documento para referirse a la relación entre los diámetros del círculo primitivo de los piñones, los engranajes y las superficies de tracción y el diámetro exterior del elemento de tubería significan que el diámetro del círculo primitivo del piñón es lo  
15 suficientemente próximo al diámetro exterior del elemento de tubería y que el diámetro del círculo primitivo de la superficie de tracción es lo suficientemente próximo al diámetro del círculo primitivo de los engranajes como para que se aplique una torsión mínima al elemento de tubería. El diámetro del círculo primitivo del piñón puede considerarse "igual" o "sustancialmente igual" al diámetro exterior del elemento de tubería a efectos prácticos si la diferencia entre estos valores es del orden de centésimas de mm (pulgadas). Dado que las tuberías prácticas tienen tolerancias  
20 diametrales significativas con respecto al diámetro nominal, se espera que la relación entre el diámetro del círculo primitivo de las superficies de tracción y el diámetro exterior del elemento de tubería pueda verse afectada por la desviación del diámetro de la tubería, de manera que se aplique un par de torsión al elemento de tubería, lo que hace ventajoso el uso de una abrazadera externa en esos casos. En el dispositivo 10, la matriz 74 puede actuar como abrazadera al estar montada sobre el piñón 12, que está fijo en rotación.

25 En un diseño de ejemplo práctico, un dispositivo 10 adecuado para ranurar elementos de tubería que tienen un tamaño nominal de tubería de 63,5 mm (2,5 pulgadas) utiliza cuatro engranajes 42 y cuerpos de leva 54 como se muestra. El diámetro exterior de la tubería nominal de 63,5 mm (2,5 pulgadas) es de 73,025 mm (2,875 pulgadas). Un piñón 12 que tiene 36 dientes y un diámetro de círculo primitivo de 72 mm (2,835 pulgadas) está lo suficientemente cerca (una diferencia de 1,016 mm (0,040 pulgadas)) como para que se aplique una torsión mínima cuando los diámetros de  
30 círculo primitivo de los engranajes y el diámetro de círculo primitivo de las superficies de tracción también son sustancialmente iguales entre sí. Este ejemplo de realización utiliza engranajes 42 que tienen 36 dientes con un diámetro del círculo primitivo de 72 mm (2,835 pulgadas). Las superficies de fraccionamiento 64, cuando están moleteadas o preparadas de otro modo, aunque no son un engranaje, tienen un diámetro de paso sustancialmente equivalente (es decir, el diámetro de un cilindro que da el mismo movimiento que un engranaje real), que se imprime  
35 en la tubería a medida que es atravesada por la superficie de tracción. Las diferencias entre el diámetro del círculo primitivo de las superficies de tracción y el diámetro del círculo primitivo de los engranajes del orden de centésimas de mm (pulgadas) cumplen esta definición de "igual" o "equivalente" en las aplicaciones prácticas. Considerando que la relación de transmisión entre el piñón 12 y los engranajes 42 son iguales en este ejemplo, está claro que el carro 26 hará una revolución para formar una ranura circunferencial completa alrededor del elemento tubular.

40 En otro ejemplo de diseño adecuado para tuberías de tamaño nominal de 101,6 mm (4 pulgadas) con un diámetro exterior de 114,3 mm (4,5 pulgadas), es factible un piñón con 72 dientes con un diámetro de círculo de paso de 114,3 mm (4,5 pulgadas). Este diseño utiliza 4 engranajes, cada uno de los cuales tiene 72 dientes y un diámetro de círculo de paso de 114,3 mm (4,5 pulgadas). La relación 1:1 entre el piñón y el engranaje indica que se requiere una sola revolución del carro para formar una ranura completa. Otras relaciones entre el piñón y el engranaje darán como  
45 resultado revoluciones múltiples o parciales del carro para formar una ranura completa.

El dispositivo 10 está diseñado de tal manera que el carro 26 y sus engranajes asociados 42, cuerpos de leva 54, piñón 12, eje exterior 30, eje intermedio 14 y matriz 74 junto con otros componentes relacionados constituyen un conjunto 132 intercambiable con el tren de engranajes 104 para permitir que el dispositivo se adapte fácilmente para  
50 ranurar una gama de tuberías que tienen diferentes diámetros y espesores de pared. La intercambiabilidad se consigue mediante el uso de un clip desmontable 134 para fijar el eje exterior 30 a la caja de engranajes 114 y la llave 116 entre el eje exterior 30 y el eje de salida 110 de la rueda helicoidal 108, así como fijando el eje intermedio 14 al bastidor 96 del cilindro neumático 92 engranando el bastidor con las ranuras 136 del eje intermedio y fijando el pistón 94 a la barra de tracción 78 utilizando también ranuras y hombros 138 que se engranan mutuamente. El conjunto 132 puede  
55 desmontarse levantando el cilindro neumático 92 de modo que el bastidor 96 se desenganche del eje intermedio 14 y el pistón 94 se desenganche de la barra de tracción 78, y a continuación retirando el clip de retención 34 (permitiendo así que el eje exterior 30 se desenganche de la rueda helicoidal 108) y deslizando el conjunto a lo largo del eje del piñón 16. A continuación, se puede sustituir un conjunto de carro diferente, adecuado para ranurar un elemento de tubería diferente.

60 Se espera que los dispositivos 10 de acuerdo con la invención aumenten la eficiencia de las operaciones de ranurado de tuberías, ya que funcionarán de forma rápida y precisa en una amplia gama de tamaños y programas de elementos de tubería sin necesidad de soportes para soportar el elemento de tubería y acomodar su rotación y garantizar la

alineación. El dispositivo 10 también permitirá que los elementos de tubería doblados y los conjuntos de tubería que tienen uniones de codo se ranuren sin preocuparse por la rotación del movimiento del elemento de tubería transversal.

La Figura 9 muestra otro dispositivo 11 para formar una ranura circunferencial en un elemento de tubería. El dispositivo 11 comprende un piñón 13 montado fijamente contra la rotación alrededor de un eje de piñón 15 dispuesto coaxialmente con el piñón. La fijeza rotacional del piñón 13 se logra montándolo en un extremo 17 de un eje de piñón 19, el extremo opuesto 21 del eje del piñón se fija a un poste 23 mediante una llave 25. El poste está montado sobre una base 27.

Un carro 29 rodea el piñón 13. El carro 29 está montado en la brida 31 de un eje de transmisión 33. El eje de transmisión 33 es hueco, rodea y es coaxial con el eje de piñón 19. Los cojinetes 35 colocados entre el eje de transmisión 33 y el eje del piñón 19 permiten que el eje de transmisión y, por lo tanto, el carro 29 unido al mismo, giren alrededor del eje del piñón 15. El carro 29 define una abertura 37 para recibir un elemento de tubería en el que se va a formar una ranura. La abertura 37 está dispuesta coaxialmente con el eje del piñón 15. Como se muestra en las Figuras 9 y 11, una cazoleta 39 está montada coaxialmente con el piñón 13. El elemento de tubería colinda con la cazoleta 39 y, en este ejemplo, está montado en un eje de cazoleta 41 que se extiende coaxialmente a través de un orificio 43 en el eje de piñón hueco 19. El eje de la cazoleta 41 se mueve axialmente a lo largo del eje del piñón 15 y está inclinado hacia la abertura 37 por un resorte 45 que actúa entre el eje del piñón 19 y la cazoleta 39. El extremo 47 del eje de la cazoleta 41 opuesto a la cazoleta 39 se utiliza junto con un interruptor 49 montado junto al poste 23 para activar el dispositivo como se describe a continuación. En esta realización de ejemplo, el interruptor comprende un sensor de proximidad, pero también podría ser un interruptor de contacto, como un microinterruptor.

Una pluralidad de engranajes 51 están montados en el carro 29. En la realización de ejemplo que se muestra en las Figuras 9 y 11, el carro tiene 3 engranajes 51 espaciados en ángulos de 120° entre sí. Cada engranaje 51 es giratorio alrededor de un eje de engranaje respectivo 53. En una realización práctica, cada engranaje está montado en un eje de engranaje 55 fijado entre las placas delantera y trasera 57 y 59 que comprenden el carro 29. Los cojinetes 61 colocados entre cada engranaje 51 y su respectivo eje 55 proporcionan una rotación de baja fricción de los engranajes dentro del carro 29. Cada engranaje 51 se acopla con el piñón 13.

Como se muestra en la figura 12, en cada engranaje 51 está montado un cuerpo de leva 63 respectivo. Alrededor de cada cuerpo de leva 63 se extiende una superficie de leva 65 respectiva. Las superficies de leva 65 son acoplables con el elemento de tubería recibido a través de la abertura 37 y que hace tope con la cazoleta 39. Como se muestra en la Figura 13, cada superficie de leva 65 comprende una región de radio creciente 67 y una discontinuidad 69 de la superficie de leva. La discontinuidad 69 es una posición en el cuerpo de la leva 63 donde la superficie de la leva 65 no entra en contacto con el elemento de tubería. Además, es ventajoso incluir, como parte de cada superficie de leva 65, una región de radio constante 71 situada adyacente a la discontinuidad 69. Una superficie de tracción 73 (véase la figura 12) se extiende alrededor de al menos uno de los cuerpos de levas 63. En el ejemplo mostrado en la figura 11, una superficie de tracción 73 se extiende alrededor de cada cuerpo de leva 63. Las superficies de tracción 73 son también acoplables con un elemento de tubería recibido dentro del carro 29, pero cada superficie de tracción tiene un hueco 75 alineado axialmente (es decir, en una dirección a lo largo del eje de engranaje 53) con la discontinuidad 69 en la superficie de leva 65 en cada cuerpo de leva 63. Como se muestra en la figura 12, la superficie de tracción 73 puede comprender una pluralidad de proyecciones 77 que se extienden hacia fuera de la misma. Como se muestra en la figura 12, la superficie de tracción 73 puede comprender una pluralidad de salientes 77 que se extienden hacia el exterior de la misma. Los salientes proporcionan un agarre adicional entre el elemento de tubería y la superficie de tracción 73 durante el funcionamiento del dispositivo y pueden formarse, por ejemplo, moleteando la superficie de tracción. La superficie de tracción tiene un círculo de paso con un diámetro 87. Cuando las proyecciones 68 están presentes en la superficie de tracción 64, el diámetro de inclinación 87 de la superficie de tracción estará determinado por la interacción de las proyecciones 87 con el elemento de tubería 79, incluida la impresión hecha por las proyecciones 87 sobre el elemento de tubería 79. Si las proyecciones 68 no están presentes, el diámetro del círculo de paso 87 de la superficie de tracción 64 será igual al de la superficie de tracción. Como se muestra en la Figura 12, la superficie de leva 65 está colocada entre el engranaje 51 y la superficie de tracción 73, en relación espaciada con la superficie de tracción pero próxima a ella en comparación con el engranaje.

Como se muestra en las Figuras 9 y 7, se utiliza un tren de engranajes reductores 104 para girar el eje de transmisión 33 alrededor del eje del piñón 15. En esta realización de ejemplo, el tren de engranajes reductores 104 comprende un tornillo helicoidal 106 accionado por un servomotor (no mostrado) controlado por un microprocesador, como un controlador lógico programable (no mostrado). El servomotor actúa como una unidad de indexación y tiene un codificador que proporciona información precisa en cuanto a la posición del eje del motor, permitiendo así un control preciso de la rotación del tornillo helicoidal 106.

El tornillo helicoidal 106 engrana con una rueda helicoidal 108. La rueda helicoidal 108 está montada en un eje de salida hueco 110 soportado para su rotación alrededor del eje del piñón 15 sobre cojinetes 112 entre el eje de salida 110 y una caja de engranajes 114. El eje de salida 110 está acoplado al eje de transmisión 33 mediante una chaveta 95, asegurando así la rotación del eje de transmisión 33 cuando el eje de salida 110 es girado por el tornillo helicoidal 106 y la rueda helicoidal 108.

El funcionamiento del dispositivo 11 comienza con los cuerpos de levas 63 colocados como se muestra en la figura 14, con las discontinuidades 69 en sus respectivas superficies de levas 65 frente al eje del piñón 15 y los huecos 75 (véase la figura 11) en sus respectivas superficies de tracción 73 también orientadas hacia el eje del piñón 15. Esta orientación de los cuerpos de levas 63 se establece al ensamblar los engranajes 51 con el piñón 13 en el carro 29 y se establece como la posición inicial mediante el sistema de control y el servomotor (no mostrado) que actúa a través del tornillo helicoidal 106 y la rueda helicoidal 108

Con los cuerpos de leva 63 en la posición inicial mostrada en la figura 14, se introduce un elemento de tubería 79 a ranurar a través de la abertura 37 del carro 29 y haciendo tope con la cazoleta 39 (véase la figura 9). La alineación de los huecos 75 en las superficies de tracción 73 y las discontinuidades 69 en las superficies de leva 63 (véase la figura 11) proporcionan espacio libre para la inserción de la tubería. El elemento de tubería se presiona aún más contra la cazoleta 39, comprimiendo el muelle 45 y moviendo la cazoleta 39 contra un tope positivo (la cara del eje del piñón 19 en este ejemplo) de tal manera que un extremo 47 del eje de la cazoleta 41 interactúa con el interruptor 49, en este ejemplo, un interruptor de proximidad. El cierre del interruptor 49 envía una señal al sistema de control que ordena al servomotor que haga girar el tornillo helicoidal 106, que a su vez hace girar la rueda helicoidal 108. En este ejemplo, la rotación de la rueda helicoidal 108 se realiza mediante un tornillo sin fin. En este ejemplo, la rotación de la rueda helicoidal 108 hace girar el eje de salida 110 en el sentido contrario a las agujas del reloj (visto en la figura 14), lo que hace girar el eje de transmisión 33 al que está acoplado (chaveta 95). La rotación del árbol de transmisión 33 hace girar el carro 29 en sentido antihorario alrededor del eje del piñón 15. (El sentido de rotación del carro 29 viene determinado por la disposición de las superficies de leva 65 en los cuerpos de leva 63). Esto hace que los engranajes 51 y sus cuerpos de leva 63 asociados orbiten alrededor del eje del piñón 15. Sin embargo, el piñón 13 está fijado contra la rotación porque el eje del piñón 19 está fijado al poste 23 mediante la llave 25. Dado que los engranajes 51 engranan con el piñón 13, la rotación relativa del carro 29 alrededor del eje del piñón 15 hace que los engranajes 51, y sus cuerpos de leva 63 asociados, giren alrededor de sus respectivos ejes de engranaje 53. La rotación de los cuerpos de leva 63 hace que las superficies de tracción 73 y las superficies de leva 65 entren en contacto con la superficie exterior 83 del elemento de tubería 79. Las superficies de tracción 73 agarran el elemento de tubería 79. Las superficies de tracción 73 agarran el elemento de tubería 79 mientras que las superficies de leva 65 imprimen una ranura en su superficie exterior 83 a medida que la región de radio creciente 67 y la región de radio constante 71 de cada superficie de leva 65 atraviesan el elemento de tubería. La ubicación de las superficies de leva 65 en los cuerpos de leva 63 se coordina con la posición del elemento de tubería cuando se inserta lo suficiente como para alcanzar un tope positivo y disparar el interruptor 49 para que la ranura se forme a la distancia deseada desde el extremo del elemento de tubería. El controlador gira el carro 29 tantas revoluciones como sea necesario (dependiendo de la relación de transmisión entre los engranajes 51 y el piñón 13) para formar una ranura circunferencial de profundidad sustancialmente constante en el elemento de tubería. Una vez finalizada la formación de la ranura, el controlador devuelve el carro 29 a una posición en la que los huecos 75 en las superficies de tracción 73 y las discontinuidades 69 en las superficies de leva 65 vuelven a estar orientados hacia el eje del piñón 15 (véase la figura 14). Esta posición de los cuerpos de leva 63 permite que el elemento de tubería 79 se retire del carro 29, y el dispositivo 11 esté listo para ranurar otro elemento de tubería.

Con el dispositivo 11 se consigue una ventaja significativa porque aplica una torsión mínima al elemento de tubería durante el proceso de ranurado mientras forma una ranura de un diámetro fijo. Esta condición se consigue cuando 1) el diámetro del círculo primitivo 85 del piñón 13 (figura 11) es igual al diámetro exterior del elemento de tubería 79; y 2) el diámetro del círculo primitivo 87 de las superficies de tracción 73 es igual al diámetro del círculo primitivo 89 de los engranajes 51 (figura 12). Cuando se cumplen estas dos condiciones, las superficies de tracción 73 están limitadas a atravesar la superficie exterior del elemento de tubería con poca o ninguna tendencia a hacer girar la tubería, y por lo tanto aplican sólo una torsión mínima al elemento de tubería. El término "igual" utilizado aquí para referirse a la relación entre el diámetro del círculo primitivo del piñón y el diámetro exterior de la tubería significa que el diámetro del círculo primitivo está lo suficientemente cerca del diámetro exterior como para que se aplique una torsión mínima al elemento de tubería. Las diferencias entre el diámetro del círculo primitivo y el diámetro exterior del elemento de tubería del orden de centésimas de mm (pulgadas) cumplen esta definición de "igual" en aplicaciones prácticas. Dado que los elementos de tubería prácticos tienen tolerancias diametrales significativas con respecto al nominal, se espera que la relación entre el diámetro del círculo primitivo de la superficie de tracción y el diámetro exterior del elemento de tubería pueda verse afectada por la desviación del diámetro de la tubería, de modo que se aplique una torsión al elemento de tubería, lo que hace ventajoso el uso de una pinza externa 99 (véase la figura 9) en estos casos.

En un ejemplo práctico de diseño, un dispositivo 11 adecuado para ranurar tuberías de 25,4 mm (1 pulgada) de diámetro nominal utiliza tres engranajes 51 y cuerpos de leva 63 como se muestra. El diámetro exterior de la tubería nominal de 25,4 mm (1 pulgada) es de 33,401 mm (1,315 pulgadas). Un piñón 13 que tiene 21 dientes y un diámetro del círculo primitivo de 133,3375 mm (5/16 pulgadas (1,3125 pulgadas)) está lo suficientemente cerca (una diferencia de 0,0635 mm (0,0025 pulgadas)) como para que se aplique una torsión mínima cuando los diámetros del círculo primitivo de los engranajes y las superficies de tracción también son iguales entre sí. Este ejemplo de realización utiliza engranajes 51 con 42 dientes y un diámetro del círculo primitivo de 66,675 mm (2 5/8 pulgadas). Las superficies de tracción 73, cuando están moleteadas o preparadas de otro modo, aunque no son un engranaje, tienen un diámetro de paso equivalente (es decir, el diámetro de un cilindro que da el mismo movimiento que un engranaje real), que se imprime en la tubería a medida que es atravesada por la superficie de tracción. Las diferencias entre el diámetro del círculo primitivo de las superficies de tracción y el diámetro del círculo primitivo de los engranajes del orden de

centésimas de mm (pulgadas) cumplen esta definición de "igual" o "equivalente" en las aplicaciones prácticas. Considerando la relación de transmisión entre el piñón 13 y los engranajes 51 en este ejemplo, es evidente que el carro 29 dará dos vueltas para formar una ranura circunferencial completa alrededor del elemento tubular.

5 En otro ejemplo de diseño adecuado para tubería nominal de 50,8 mm (2 pulgadas) con un diámetro exterior de 60,325 mm (2 3/8 pulgadas (2,375 pulgadas)), es factible un piñón con 30 dientes con un diámetro de círculo de paso de 59,9948 mm (2,362 pulgadas) (una diferencia de 0,3302 mm (0,013 pulgadas)). Este diseño utiliza 5 engranajes, cada uno de los cuales tiene 30 dientes y un diámetro de círculo de paso de 59,9948 mm (2,362 pulgadas). La relación 1:1 entre el piñón y el engranaje indica que se requiere una sola revolución del carro para formar una ranura completa. 10 Los diseños con más de tres engranajes son ventajosos cuando se ranuran elementos de tubería que tienen paredes delgadas o diámetros más grandes porque dichas tuberías tienden a sobresalir elásticamente sobre las regiones entre las levas cuando se comprimen entre tres superficies de levas separadas 120° entre sí. Este comportamiento elástico hace que los elementos de la tubería recuperen su forma nominal e impide la formación de ranuras. Sin embargo, más engranajes significan más levas que aplican fuerza en más puntos alrededor del elemento de tubería para sostener mejor el elemento de tubería y, por tanto, reducir significativamente el abultamiento elástico. Un mayor número de 15 restricciones espaciadas más estrechamente alrededor del elemento de tubería fuerza la deformación en gran medida hacia el régimen plástico, donde se reduce y compensa el retroceso elástico.

Otro diseño de ejemplo utiliza 4 engranajes y levas para elementos de tubería de 31,75 mm (1,25 pulgadas) y 38,1 mm (1,5 pulgadas) de diámetro nominal. Las relaciones de transmisión a piñón de 1,5: 1 y 1: 1 también son factibles para este diseño.

20 El dispositivo 11 está diseñado de tal manera que el carro 29 y sus engranajes asociados 51, los cuerpos de leva 63, el piñón 13, el eje de cazoleta 41, la cazoleta 39, el muelle 45, el eje de transmisión 33 y el eje de piñón 19 constituyen un conjunto 91 intercambiable con el tren de engranajes 104 para permitir que el dispositivo se adapte fácilmente a ranurar una gama de tuberías que tienen diferentes diámetros y espesores de pared. La intercambiabilidad se consigue mediante el uso de la llave 25 entre el eje de piñón 19 y el poste 23, y la llave 95 entre el eje motriz 33 y el eje de salida 110, acoplados con una tuerca de retención 97 roscada con el eje motriz 33 y que actúa contra el eje de salida 110. El conjunto 91 puede desmontarse deslizándolo a lo largo del eje del piñón 15 cuando la tuerca de retención 97 está fuera del acoplamiento roscado con el eje de accionamiento 33. Un conjunto de carro diferente, adecuado para ranurar un elemento de tubería diferente, puede entonces ser sustituido. 25

30 Se espera que los dispositivos 11 de acuerdo con la invención aumenten la eficiencia de las operaciones de ranurado de tuberías porque funcionarán de forma rápida, precisa y segura en una amplia gama de tamaños y programas de elementos de tubería sin necesidad de soportes para soportar el elemento de tubería y acomodar su rotación y asegurar la alineación. El dispositivo 11 también permitirá que los conjuntos de tuberías que tienen uniones de codo se ranuren sin preocuparse por la rotación del movimiento del elemento de tubería transversal.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para formar una ranura circunferencial en un elemento de tubería (118), que comprende:  
 un piñón (12) fijado contra la rotación alrededor de un eje de piñón (16) dispuesto coaxialmente con dicho piñón (12);  
 una matriz de expansión (74) colocada adyacente a dicho piñón (12) y concéntrica con dicho eje de piñón (16), dicha  
 5 matriz de expansión (74) que tiene una pluralidad de segmentos de matriz (76) móviles radialmente hacia y lejos de  
 dicho eje de piñón (16), cada segmento de dicha matriz (76) tiene una cara de matriz (88) orientada hacia afuera de  
 dicho eje de piñón (16) y conectable con una superficie interna (120) de dicho elemento de tubería (118) cuando se  
 aleja de él;  
 un actuador acoplado a dicha matriz de expansión (74) para mover dichos segmentos de matriz (76) hacia y desde  
 10 dicho eje de piñón (16);  
 un carro (26) que rodea dicha matriz de expansión (74), siendo dicho carro (26) giratorio alrededor de dicho eje de  
 piñón (16), definiendo dicho carro (26) una abertura (34) dispuesta coaxialmente con dicho eje de piñón (16) para  
 recibir dicho elemento de tubería (118);  
 una pluralidad de engranajes (42) montados en dicho carro (26), cada uno de los cuales (42) puede girar en relación  
 15 con dicho carro (26) alrededor de un eje de engranaje respectivo (44), cada uno de dichos engranajes (42) se acopla  
 a dicho piñón (12);  
 una pluralidad de cuerpos de levas (54), cada uno de los cuales (54) está montado en uno de dichos engranajes (42);  
 una pluralidad de superficies de primera leva (56), cada una de dichas primeras superficies de leva (56) que se  
 20 extiende alrededor de uno respectivo de dichos cuerpos de leva (54), cada una de dichas superficies de primera leva  
 (56) comprende una región de radio creciente (58) y una discontinuidad (60); donde  
 dicho elemento de tubería (118) se coloca entre dichas caras de matriz (88) y dichas superficies de primera leva (56)  
 cuando dicho elemento de tubería (118) se recibe dentro de dicha abertura (34).
2. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que dicho actuador comprende:  
 25 una barra de tracción (78) posicionada coaxialmente con dicha matriz de expansión (74) y movable a lo largo de dicho  
 eje de piñón (16), el movimiento de dicha barra de tracción (78) desplaza dichos segmentos de matriz (76) hacia y  
 lejos de dicho eje de piñón (16);  
 un cilindro (92) que tiene un pistón (90) acoplado a dicha barra de tracción (78) para mover dicha barra de tracción  
 (78) a lo largo de dicho eje de piñón (16).  
 30
3. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que cada uno de dichos engranajes (42) tiene un mismo diámetro de  
 círculo de paso.
4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además al menos una superficie de tracción (64)  
 35 que se extiende alrededor de uno de dichos cuerpos de leva (54), siendo al menos la mencionada superficie de tracción  
 (64) acoplable con dicho elemento de tubería (118), o  
 en el que dicha superficie de tracción (64) tiene un hueco (75) en la misma, dicho espacio (75) está alineado axialmente  
 con dicha discontinuidad (60) de dicha primera superficie de leva (56) que rodea dicho cuerpo de leva (54), o  
 que comprende además una pluralidad de dichas superficies de tracción (64), cada una de dichas superficies de  
 40 tracción (64) extendiéndose alrededor de uno respectivo de dichos cuerpos de leva (54), teniendo cada una de dichas  
 superficies de tracción (64) un hueco (75) en el mismo, estando cada mencionado hueco (75) alineado axialmente con  
 una respectiva de dichas discontinuidades (60) de dichas primeras superficies de leva (56) en cada uno de dichos  
 cuerpos de leva (54), o  
 en el que al menos una superficie de tracción (64) está posicionada en dicho cuerpo de leva (54) en relación espaciada  
 45 con dicha primera superficie de leva (56) que se extiende alrededor de dicho cuerpo de leva (54),  
 o en el que una de dichas primeras superficies de leva (56) se sitúa entre dicho engranaje (42) y dicha al menos una  
 superficie de tracción (64), o  
 en el que una de dichas primeras superficies de leva (56) se sitúa próxima a dicha al menos una superficie de tracción  
 (64), o  
 50 en el que dicha al menos una superficie de tracción (64) comprende una pluralidad de salientes (68) que se extienden  
 hacia el exterior de la misma.
5. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que dicho piñón (12) tiene un diámetro de círculo de paso igual a  
 un diámetro exterior de dicho elemento de tubería (118), y/o comprende además al menos una superficie de tracción  
 (64) que se extiende alrededor de uno de dichos cuerpos de leva (54), dicha al menos una superficie de tracción (64)  
 es acoplable con dicho elemento de tubería (118), dicha al menos una superficie de tracción (64) tiene un diámetro de  
 55 círculo de paso igual a un diámetro de círculo de paso de uno de dichos engranajes (42), o  
 en el que dicha superficie de tracción (64) tiene un espacio (75) en el mismo, dicho espacio (75) está alineado  
 axialmente con dicha discontinuidad (60) de dicha primera superficie de leva (56) que rodea dicho cuerpo de leva (54),  
 o  
 comprendiendo además una pluralidad de dichas superficies de tracción (64), cada una de dichas superficies de  
 60 tracción (64) extendiéndose alrededor de uno respectivo de dichos cuerpos de leva (54), cada una de dichas  
 superficies de tracción (64) teniendo un hueco (75) en la misma, estando cada dicho hueco (75) alineado axialmente  
 con una respectiva de dichas discontinuidades (60) de dichas primeras superficies de leva (56) en cada uno de dichos  
 cuerpos de leva (54), o

- en el que dicha superficie de tracción (64) esté colocada sobre dicho cuerpo de leva (54) en relación espaciada con dicha primera superficie de leva (56) que se extienda alrededor de dicho cuerpo de leva (54), o  
 en el que una de dichas primeras superficies de levas (56) esté situada entre dicho engranaje (42) y dicha superficie de tracción (64), o
- 5 en la que una de dichas primeras superficies de leva (56) esté situada cerca de dicha superficie de tracción (64), o  
 en el que dicha superficie de tracción (64) comprende una pluralidad de salientes (68) que se extienden hacia el exterior de la misma.
6. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que cada una de dichas primeras superficies de leva (56) comprende además una región de radio constante (71) situada adyacente a una respectiva de dichas discontinuidades (60).
- 10 7. Dispositivo según la reivindicación 1, que comprende al menos tres de los mencionados engranajes (42).
8. Dispositivo según la reivindicación 1, que comprende al menos cuatro de los mencionados engranajes (42).
9. El dispositivo según la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de segundas superficies de leva (70), cada una de dichas segundas superficies de leva (70) extendiéndose alrededor de uno respectivo de dichos cuerpos de leva (54) y posicionado en relación espaciada con una respectiva de dichas primeras superficies de leva (56).
- 15 10. El dispositivo según la reivindicación 9, en el que cada una de dichas superficies de levas secundarias (70) tiene un radio constante (72).
11. El dispositivo según la reivindicación 9,  
 20 en el que cada una de dichas superficies de levas secundarias (70) comprende una región de radio creciente y una discontinuidad (70a), estando cada una de dichas discontinuidades (70a) de dichas segundas superficies de leva (70) alineada con una respectiva de dichas discontinuidades (60) de dichas primeras superficies de leva (56), y/o  
 en la que cada una de dichas segundas superficies de leva (70) comprende una región de radio constante (71) situada adyacente a una respectiva de dichas discontinuidades (70a) de dichas segundas superficies de leva (70).
- 25 12. El dispositivo según la reivindicación 9, que comprende además al menos una superficie de tracción (64) que se extiende alrededor de uno de dichos cuerpos de leva (54), y al menos una de las mencionadas superficie de tracción (64) con un hueco (75) en la misma, estando dicho hueco (75) alineado axialmente con dicha discontinuidad (60) de dicha primera superficie de leva (56) que rodea dicho cuerpo de leva (54), y/o  
 30 en el que dicha superficie de tracción (64) comprende una pluralidad de salientes (68) que se extienden hacia el exterior de la misma, o  
 en la que dicha primera superficie de leva (56) que rodea dicho cuerpo de leva (54) está situada entre al menos una mencionada superficie de tracción (64) y la mencionada segunda superficie de leva (70) que rodea dicho cuerpo de leva (54), o  
 35 en la que dichas primera (56) y segunda superficies de leva (70) que rodean dicho cuerpo de leva (54) están situadas entre al menos la mencionada superficie de tracción (64) y uno de los mencionados engranajes (42) en los que está montado dicho cuerpo de leva (54), o  
 en la que dicha primera superficie de leva (56) que rodea dicho primer cuerpo de leva (54) está situada próxima a al menos una de las mencionadas superficies de tracción (64), o  
 40 en la que al menos dicha superficie de tracción (64) tiene un diámetro de círculo de paso igual al diámetro de círculo de paso de uno de los mencionados engranajes (42).
13. El dispositivo según la reivindicación 9, que comprende además una pluralidad de superficies de tracción (64), cada una de dichas superficies de tracción (64) extendiéndose alrededor de un respectivo de dichos cuerpos de leva (54), cada una de dichas superficies de tracción (64) teniendo un hueco (75) en la misma, estando cada dicho hueco (75) alineado axialmente con una respectiva de dichas discontinuidades (60) de dichas primeras superficies de leva (56) en cada uno de dichos cuerpos de leva (54), y/o  
 en la que cada una de dichas superficies de tracción (64) comprende una pluralidad de salientes (68) que se extienden hacia el exterior de las mismas, o  
 50 en el que cada una de dichas primeras superficies de leva (56) está situada entre una respectiva de dichas superficies de tracción (64) y una respectiva de dichas segundas superficies de leva (70) en cada uno de dichos cuerpos de leva (54), o  
 en el que dichas primeras (56) y segundas superficies de leva (70) están situadas entre dicha superficie de tracción (64) y dicho engranaje (42) en cada uno de dichos cuerpos de leva (54), o  
 55 en el que dicha primera superficie de leva (56) está situada próxima a dicha superficie de tracción (64) en cada uno de dichos cuerpos de leva (54).

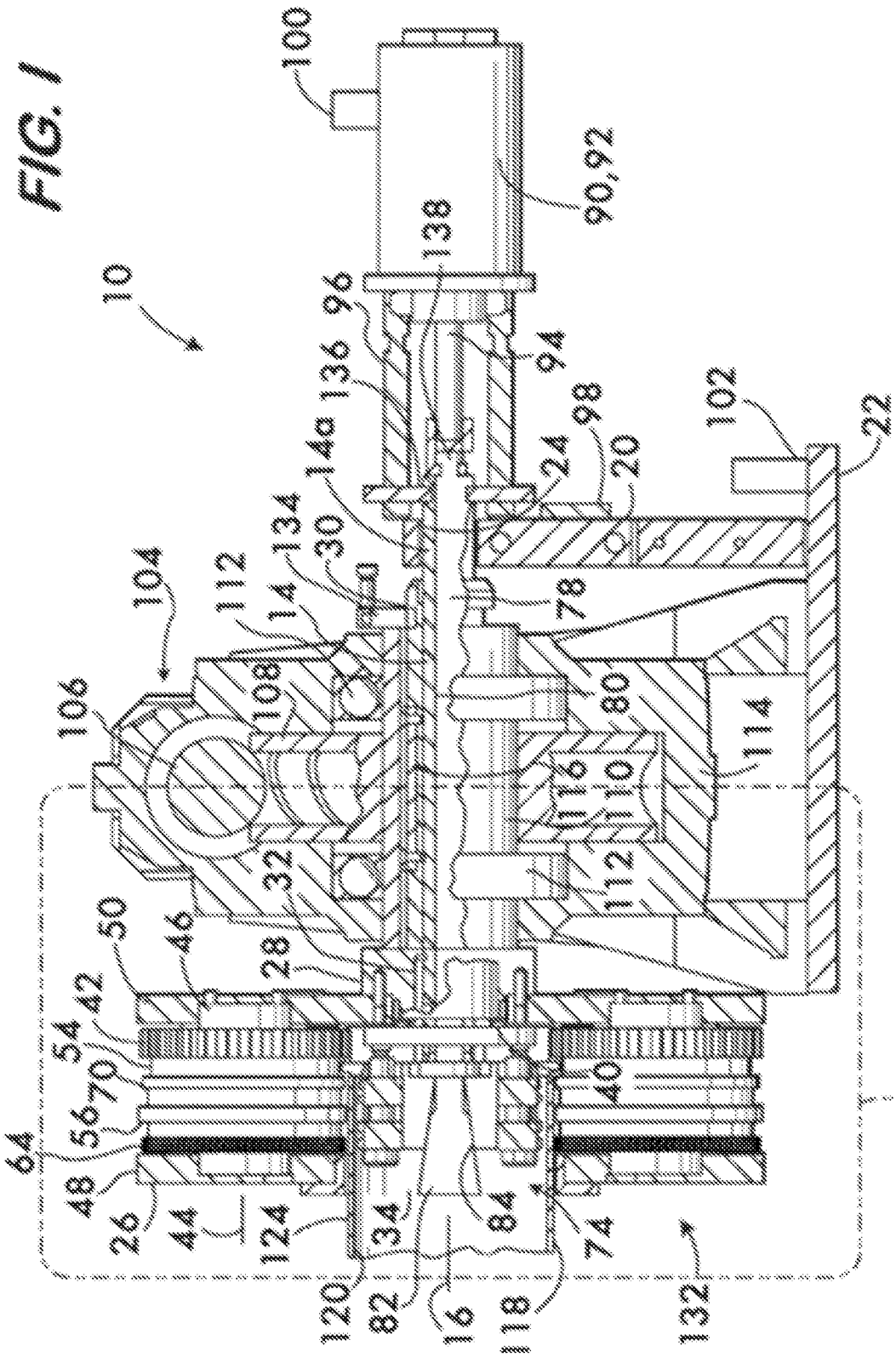
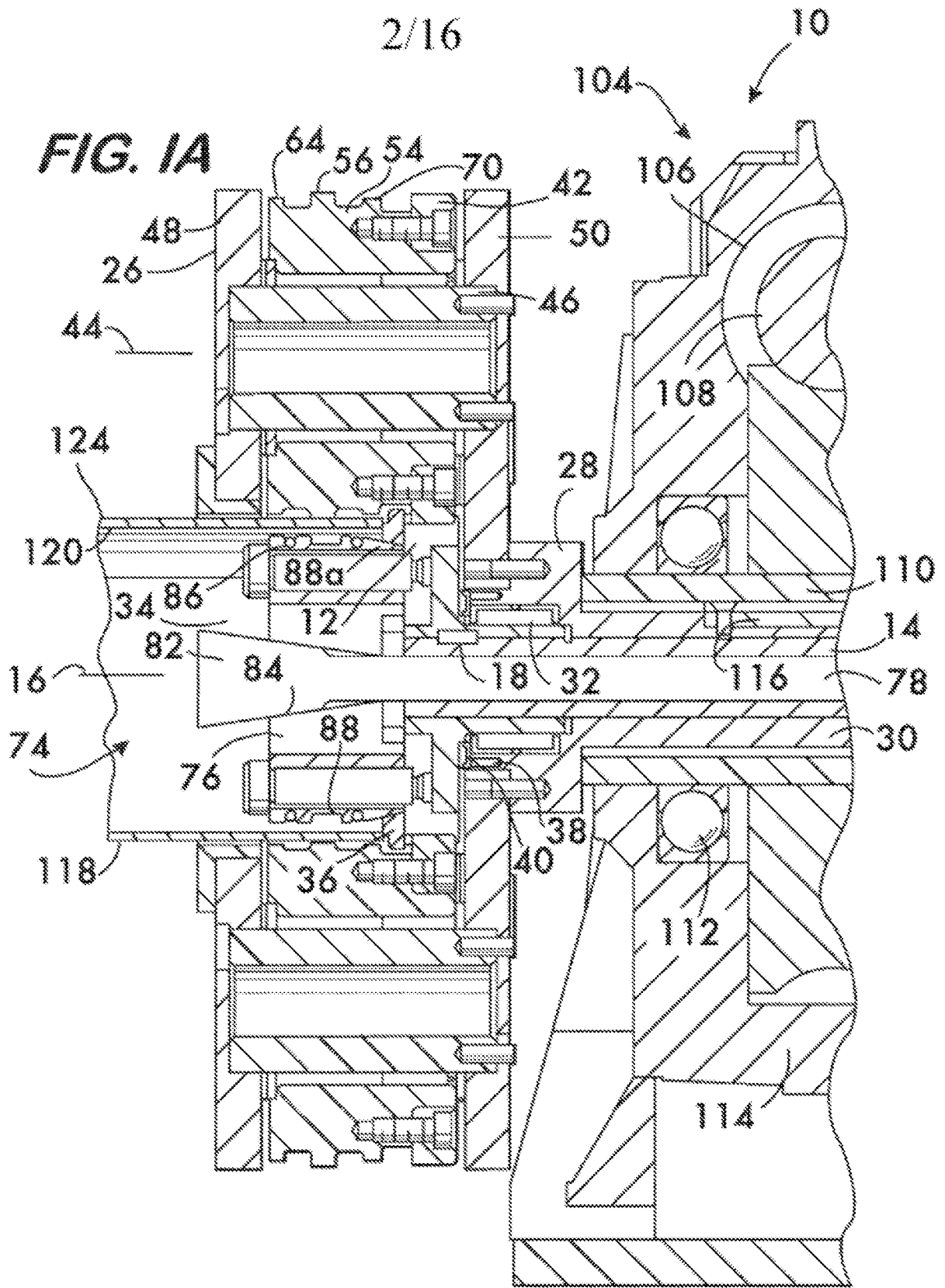
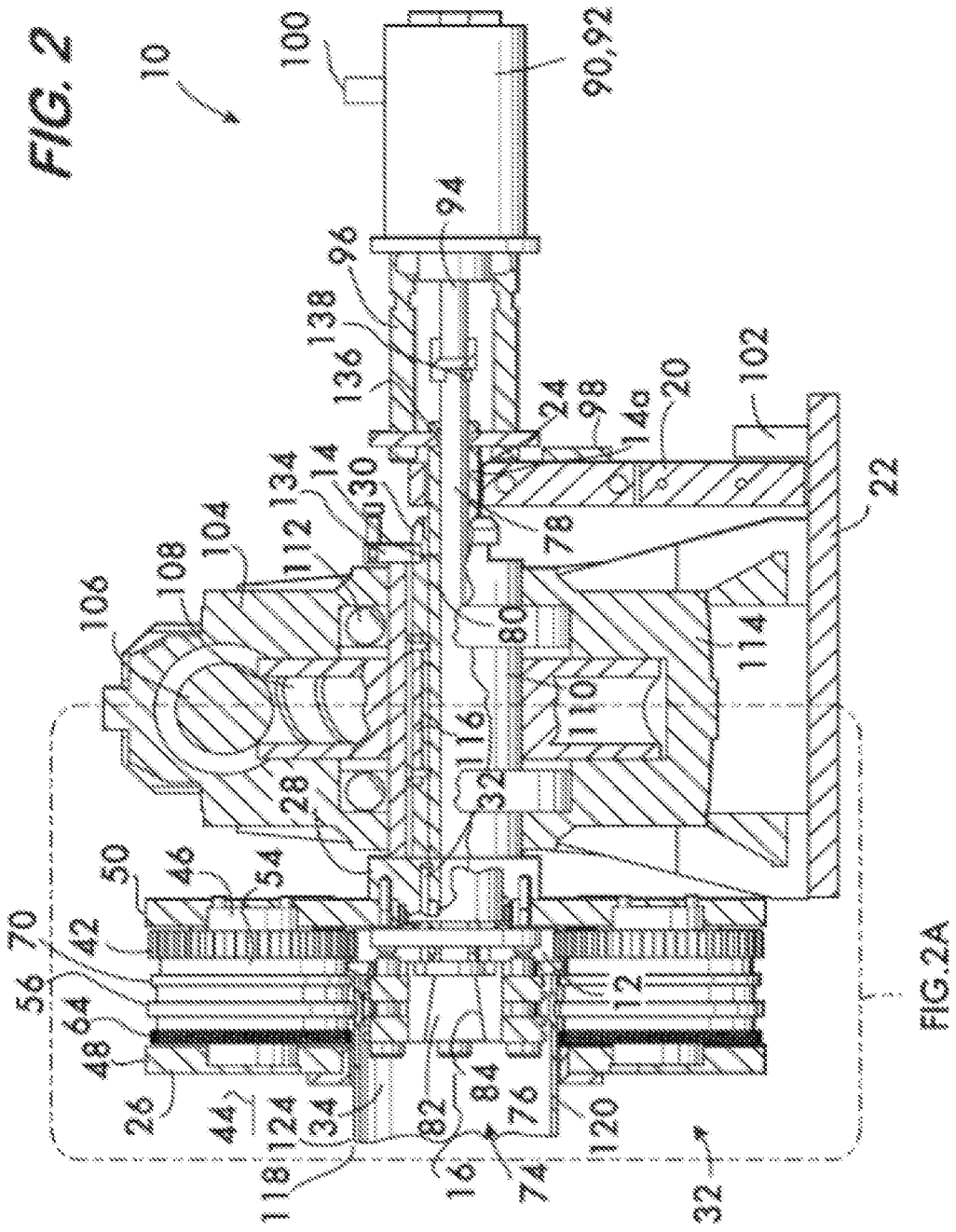
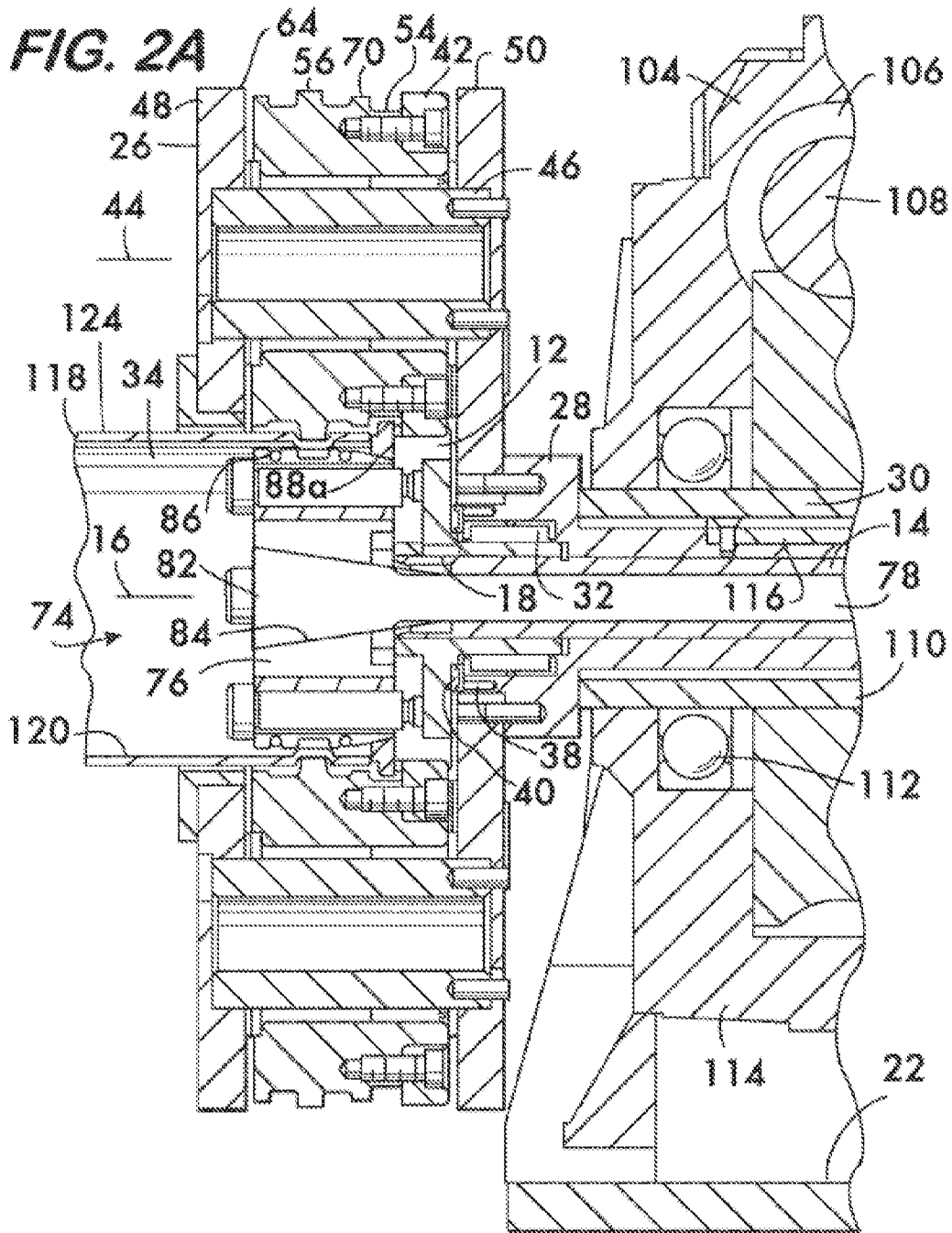


FIG. 1A

2/16







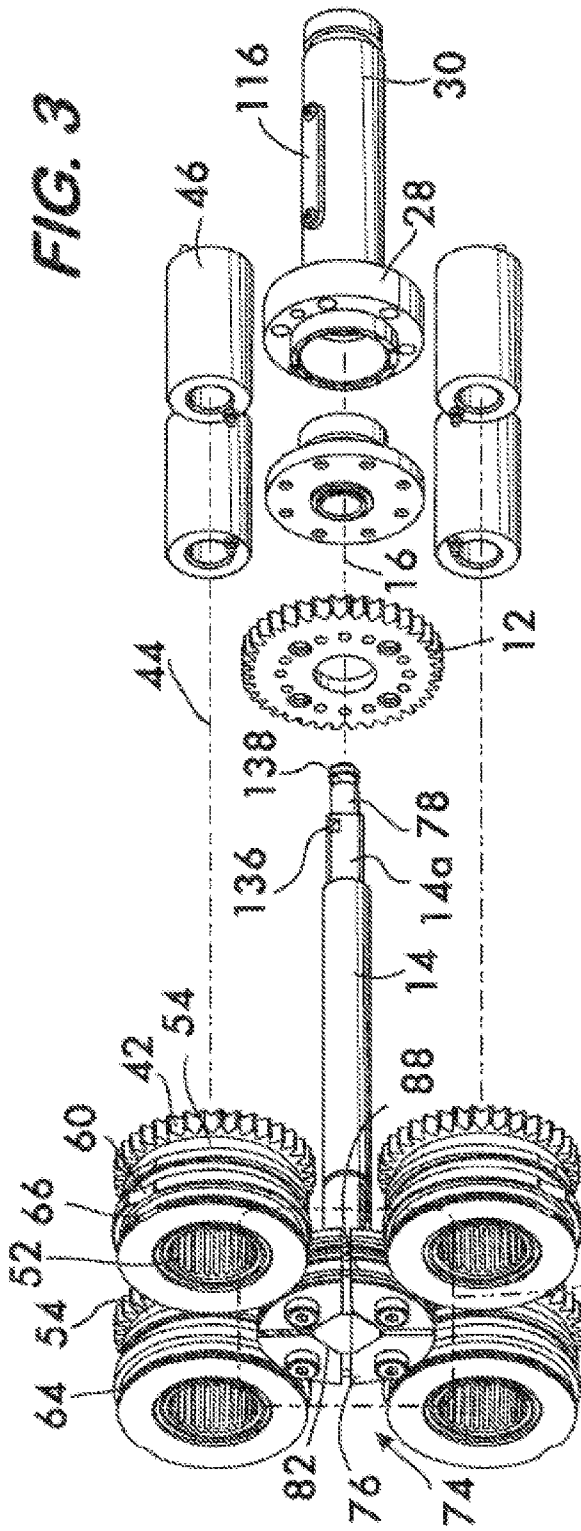


FIG. 3

FIG. 3A

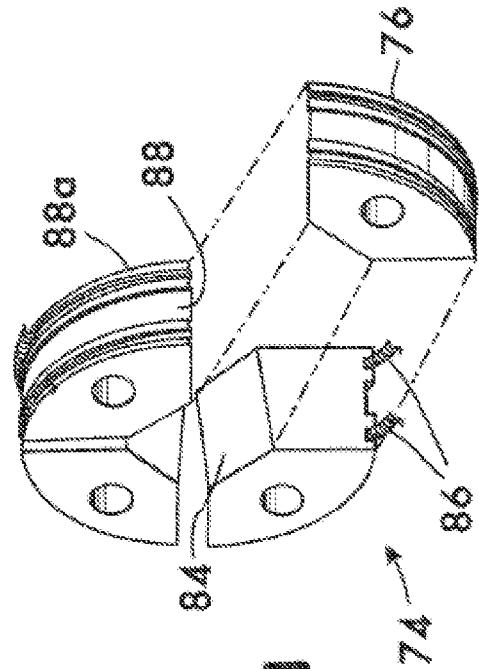
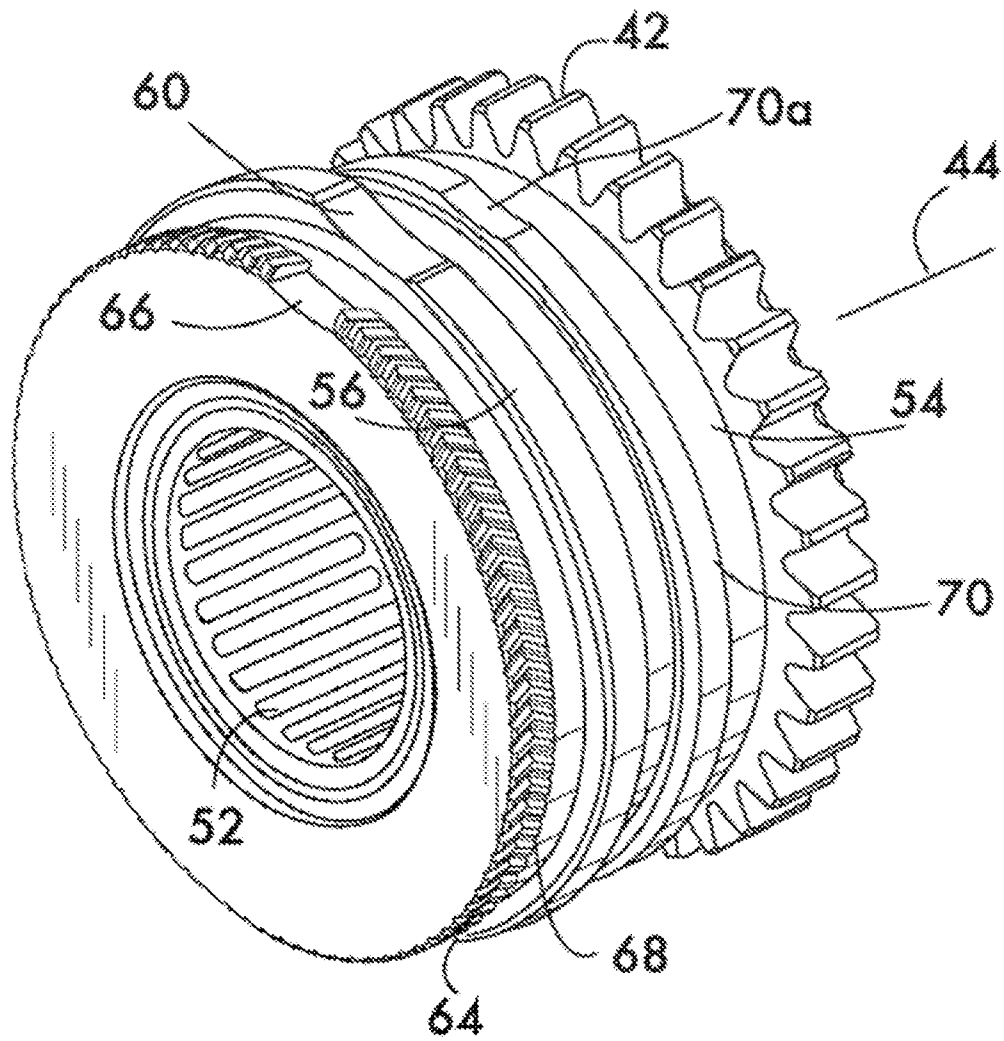
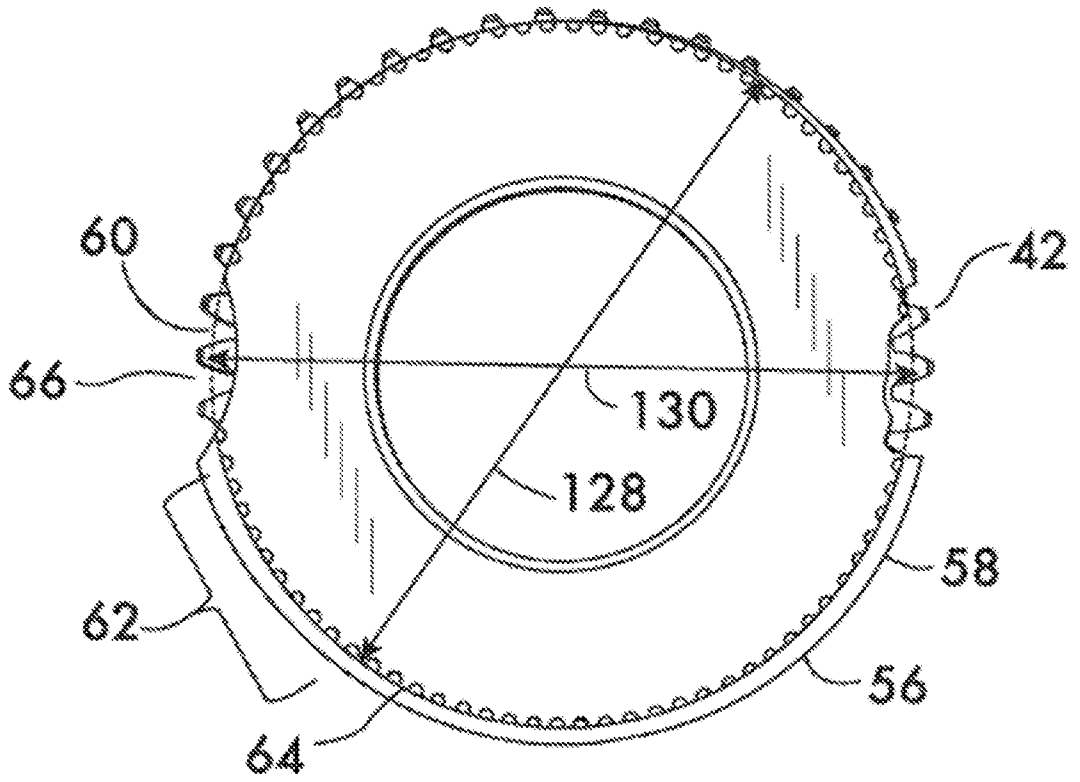


FIG. 3A

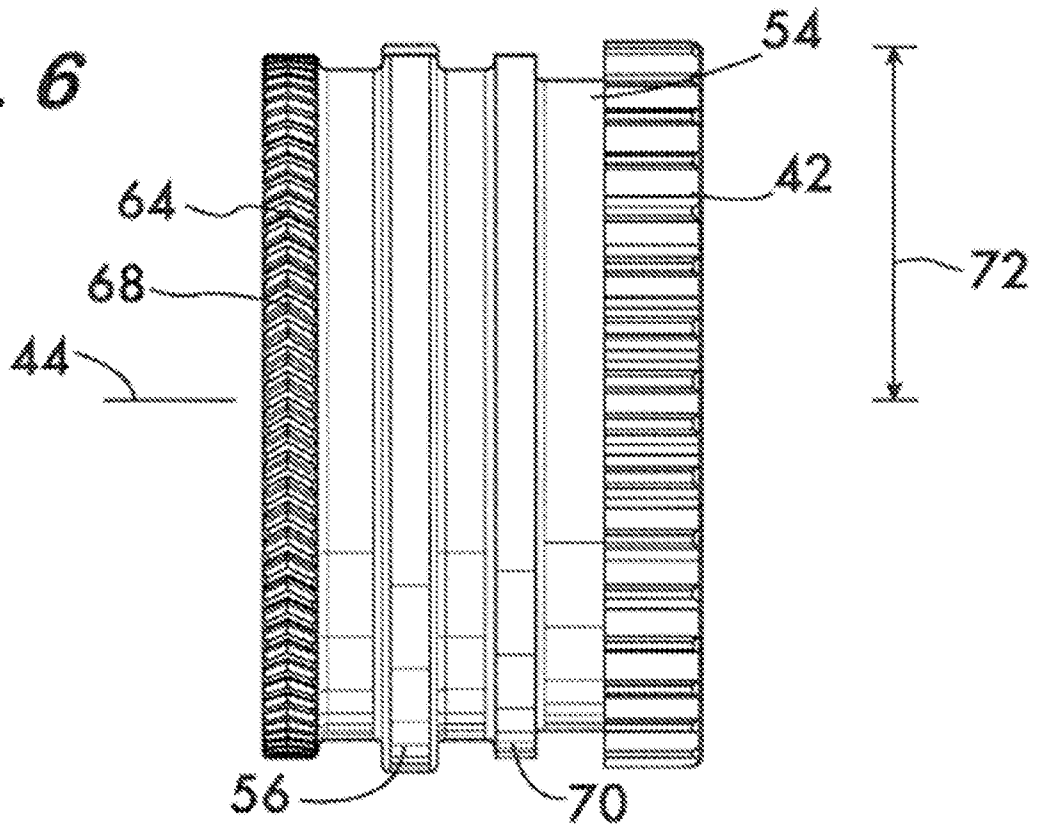
**FIG. 4**



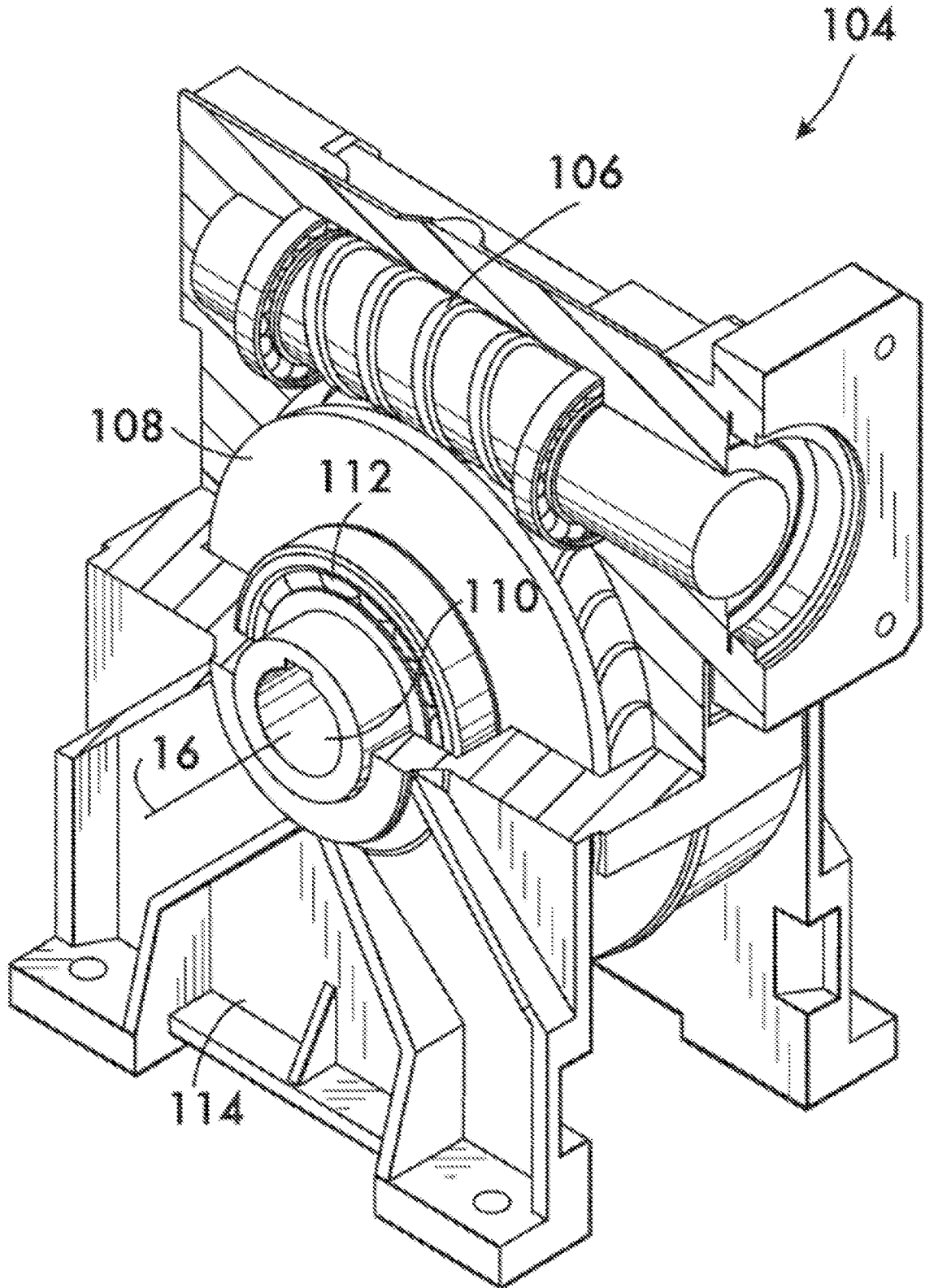
**FIG. 5**



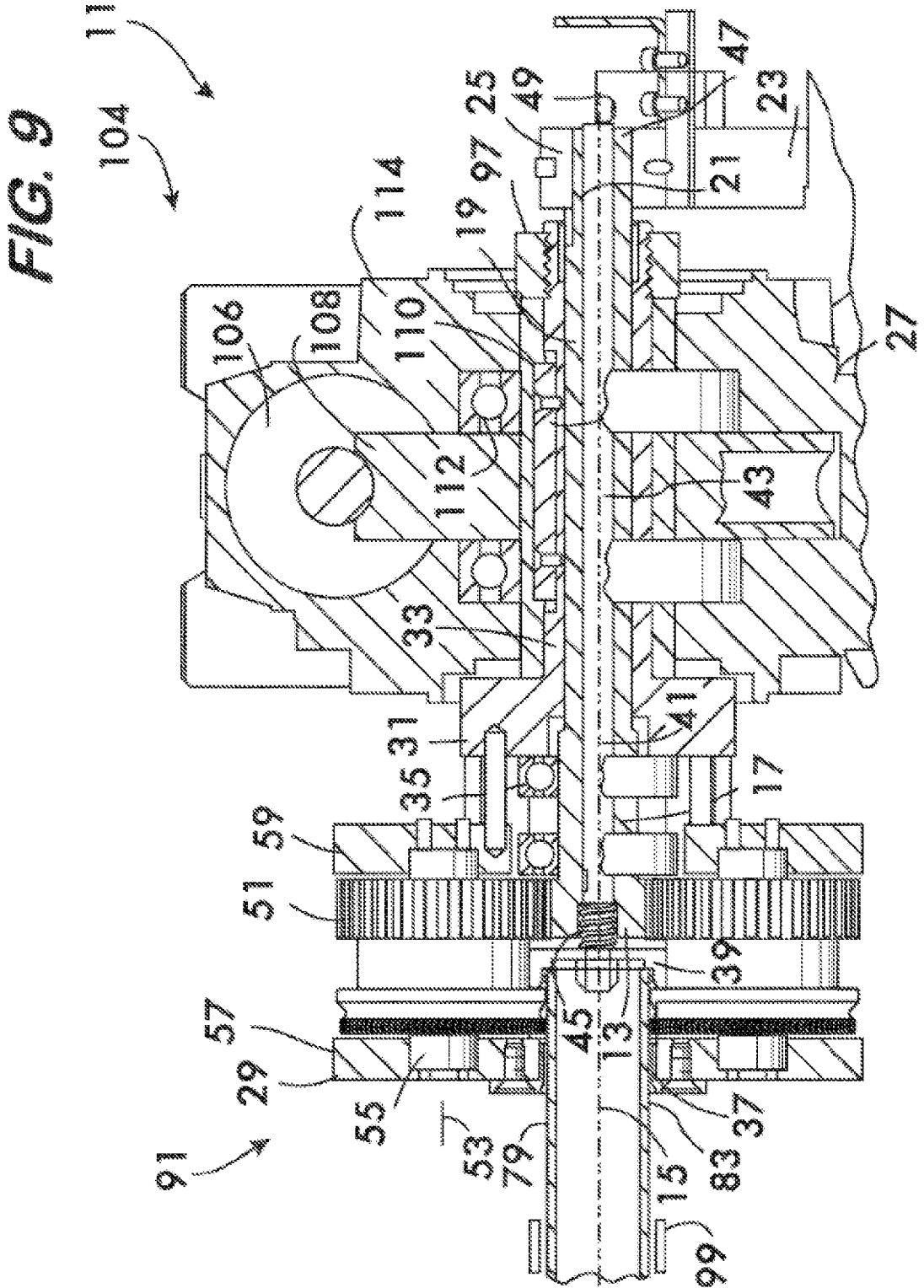
**FIG. 6**



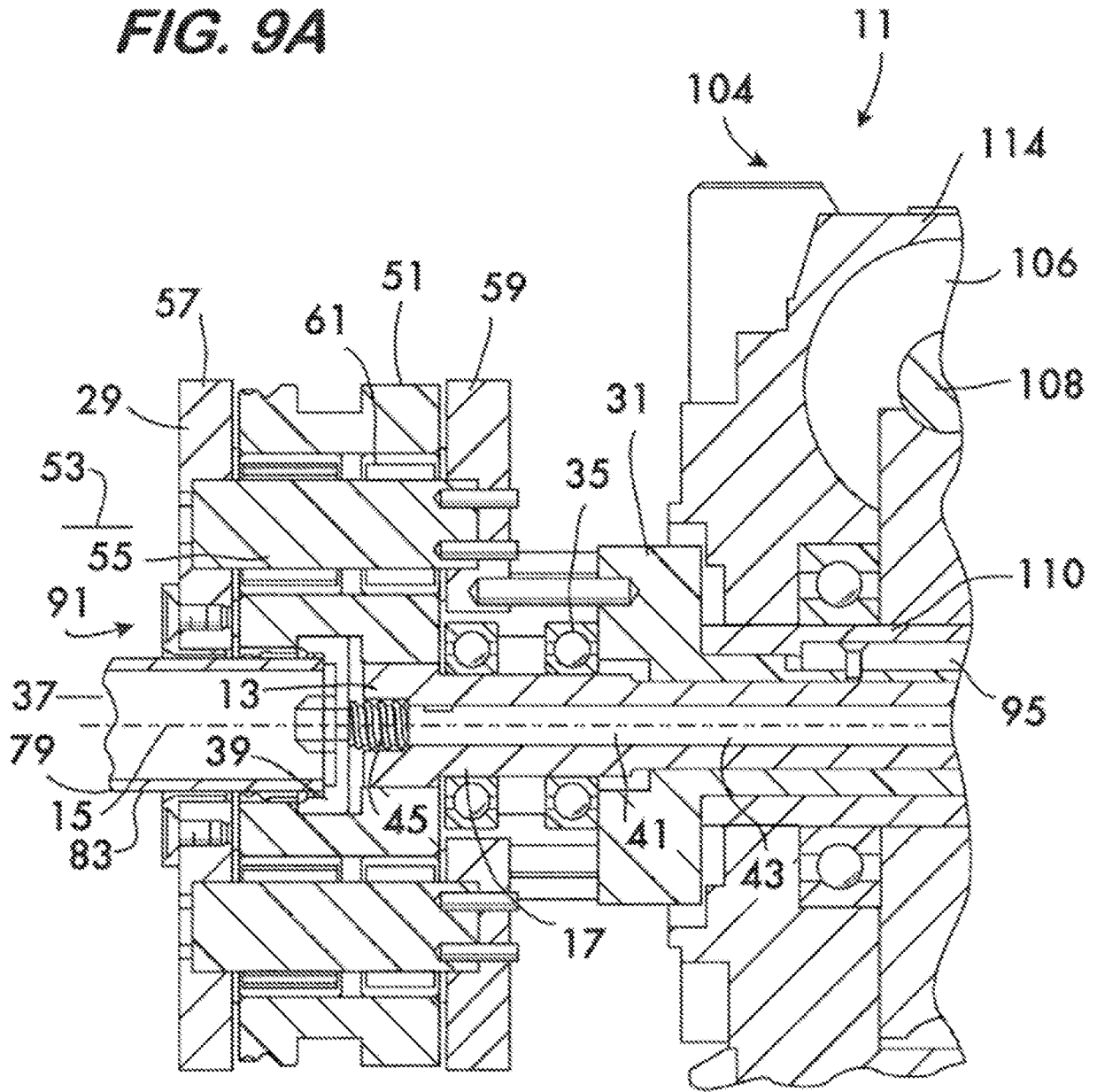
**FIG. 7**





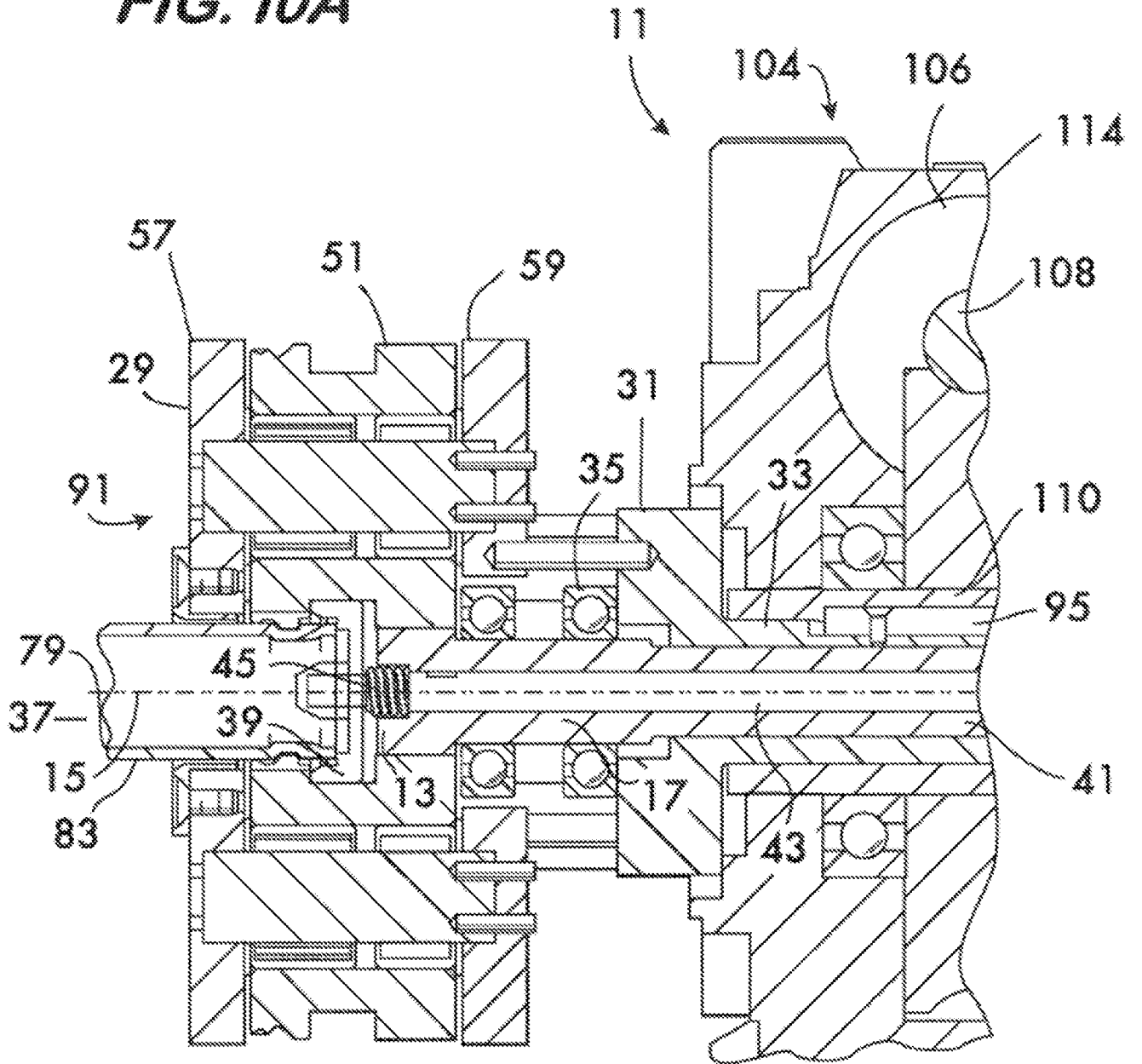


**FIG. 9A**

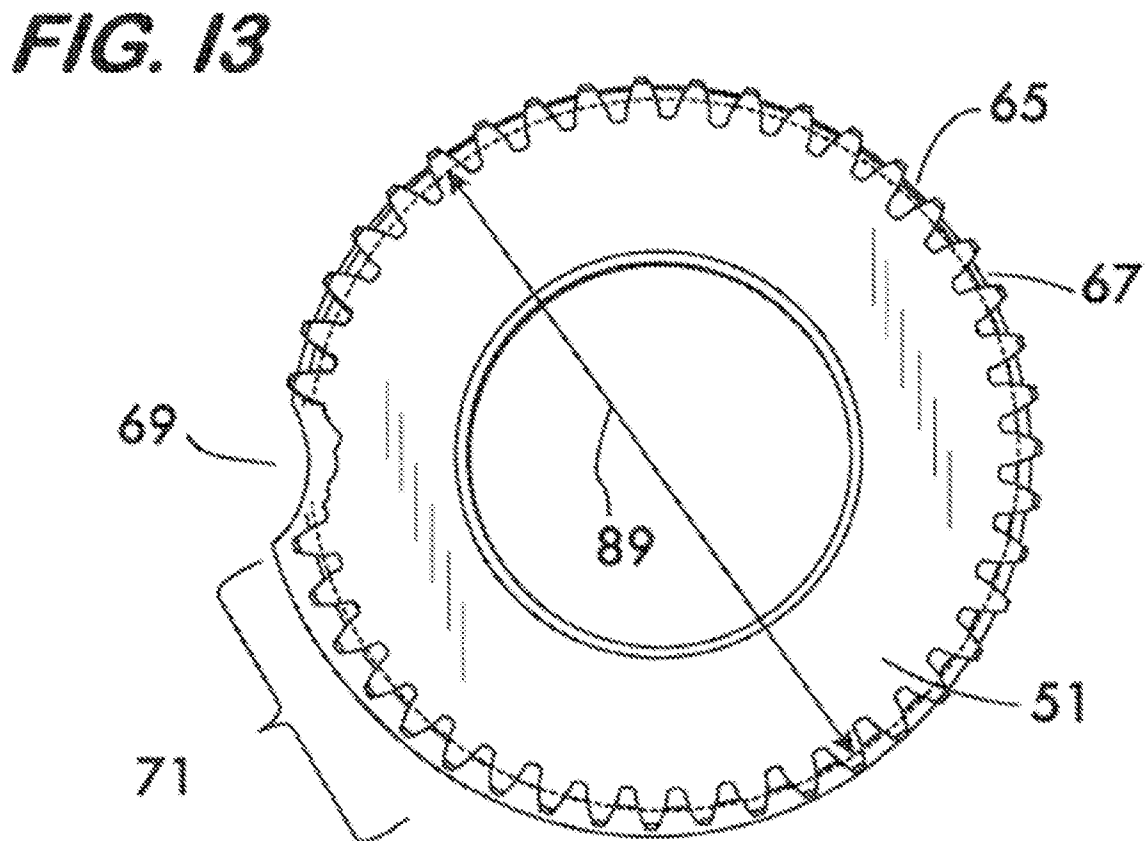
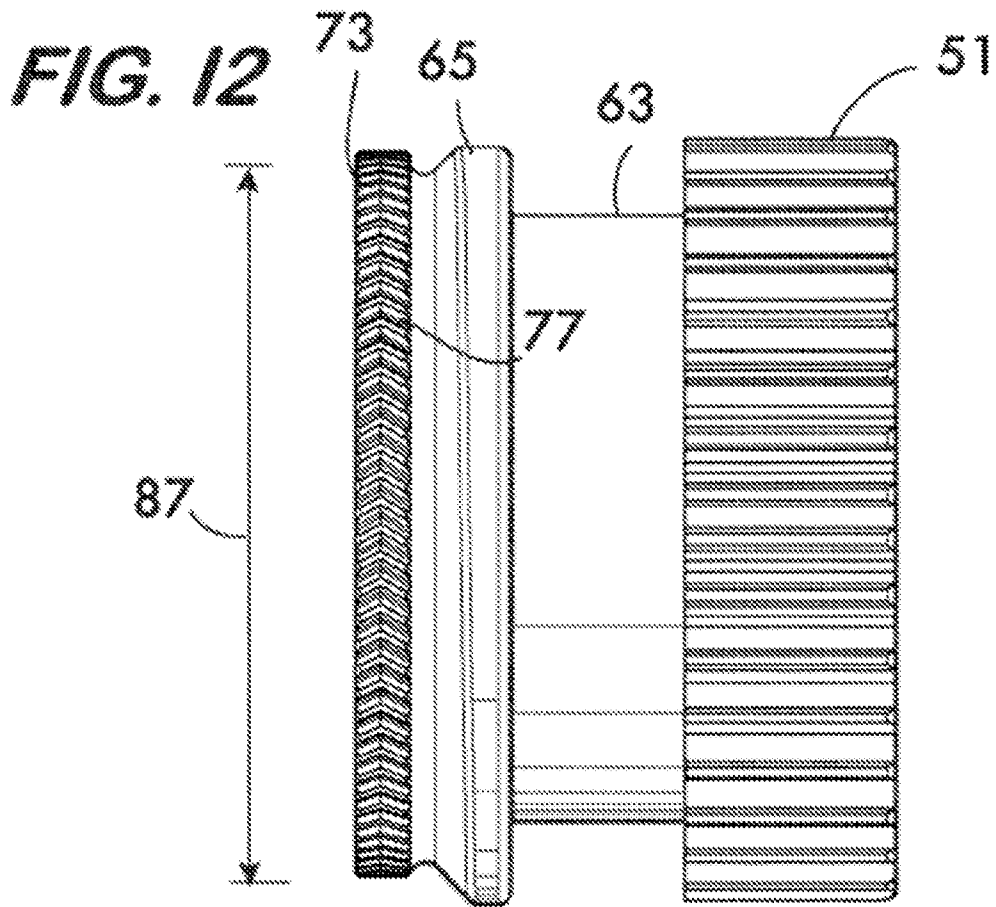




**FIG. 10A**







**FIG. 14**

