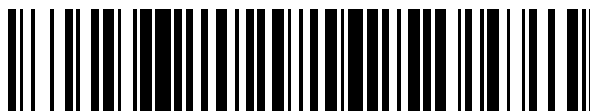


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 144**

51 Int. Cl.:

B23C 3/00 (2006.01)

B23Q 5/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.05.2008** **PCT/JP2008/001232**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.12.2008** **WO08146462**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2008** **E 08751750 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017** **EP 2153923**

54 Título: **Dispositivo de perforación y método para producir un objeto perforado**

30 Prioridad:

18.05.2007 JP 2007132689

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.07.2017

73 Titular/es:

YAGISHITA, HUKUZO (50.0%)
9-21 Surugadai, Numazu-shi
Shizuoka 4100015, JP y
OSG CORPORATION (50.0%)

72 Inventor/es:

YAGISHITA, HUKUZO

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 622 144 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 de perforación y método para producir un objeto perforado

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un aparato (o a un aparato de perforación de accionamiento excéntrico) y a un método para la perforación de una pieza de trabajo, tal como un elemento de plástico reforzado de fibra o su elemento laminado utilizando una herramienta de perforación, tal como una fresa de extremo.

10

Descripción de la técnica anterior

Recientemente, se ha comprendido que los cuerpos de aviones o automóviles o sus piezas estructurales están formados de plástico reforzado con fibra (FRP) para reducir el peso de sus cuerpos. Varios tipos de FRP se han propuesto, tal como plástico termoendurecible que incluye fibras de carbono como fibras de refuerzo (CFRP), plástico termoendurecible que incluye fibras de vidrio como fibras de refuerzo (GFRP) o plásticos termoendurecibles que incluyen como fibras de refuerzo fibras de resina sintética resistentes al calor, tal como poliamida aromática, polisulfona aromática, poliimida aromática, etc. Es usual que un elemento laminado se forme con una pluralidad de capas de resina, en el que las fibras de refuerzo están dispuestas alternativamente en oblicuo o de una manera transversal oblicua (véase el Documento de Patente de Referencia n.º 1). Documento de Patente de Referencia n.º 1: Publicación de patente japonesa abierta al público n.º 126557/2005.

Divulgación de la invención25 **Problemas a resolver por la invención**

En el uso de un elemento FRP como elementos estructurales para cuerpos de aviones o automóviles usualmente es necesario para formar aberturas mediante perforación para el paso de elementos de fijación, tal como pernos, etc., y la conexión de los elementos estructurales. Cuando se forman las aberturas en los elementos FRP (por ejemplo, un elemento FRP y un elemento laminado que incluye fibras de carbono en el mismo, fibras de vidrio, etc.) mediante el uso de un aparato de perforación general construido de manera que una herramienta de perforación simplemente se gira mediante un husillo de accionamiento, la superficie perforada de una abertura formada por este aparato de perforación general tendría una suavidad extremadamente reducida a causa del calor generado por la resistencia de fricción durante el proceso de perforación y, además, la vida de la herramienta de perforación, tal como una broca o una fresa de extremo, sería extremadamente corta.

Se supone que la deformación irregular en la superficie de una abertura perforada sería causada por el calor en exceso generado en los bordes de corte de la herramienta de perforación y la superficie perforada de los elementos FRP en la que las fibras de refuerzo (por ejemplo, fibras de carbono, fibras de vidrio, etc.) están dispuestas en una dirección igual a la dirección de rotación (dirección de corte) de la herramienta de perforación en el aparato de perforación general. Además, también se supone que la vida de la herramienta de perforación se acortaría por el calor excesivo, provocando efectos adversos en sus bordes de corte.

La patente US 5.482.415 A puede considerarse la técnica anterior más próxima y describe un cabezal de husillo de una máquina de trabajo de metal que se puede mover axialmente con bloques de guías deslizantes. Los bloques de guías deslizantes están dispuestos en un lado exterior de la carcasa del cabezal del husillo y se guían mediante guías deslizantes lineales que están dispuestas en una base de máquina lineal.

Por lo tanto, es un objetivo de la presente invención proporcionar un aparato y un método para la perforación de una pieza de trabajo que puede mejorar la precisión de la perforación y que extiende suficientemente la vida de la herramienta de corte, especialmente en su rendimiento de corte.

Medios para resolver los problemas

Para conseguir el objetivo de la presente invención, se proporciona, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, un aparato para la perforación de una pieza de trabajo que comprende una carcasa, una porción de árbol que se extiende desde un soporte para sujetar una herramienta de perforación giratoria alrededor de un primer eje; unos medios de engranaje de reducción, que incluyen un árbol de entrada conectado a la porción de árbol y un árbol de salida; un elemento cilíndrico que incluye un cilindro exterior y un cilindro interior para contener de manera giratoria la porción de árbol en una posición excéntrica, girando el elemento cilíndrico alrededor de un segundo eje paralelo al primer eje; unos medios de accionamiento de rotación; y un cilindro de contención deslizante para contener la porción de árbol, los medios de engranaje de reducción y el elemento cilíndrico provisto de una estructura deslizante para mover axialmente la porción de árbol, los medios de engranaje de reducción y el elemento cilíndrico, siendo el cilindro de contención deslizante dentro de la carcasa, caracterizado por que dichos medios de accionamiento de rotación se proporcionan dentro del cilindro interior del elemento cilíndrico, y por que dicho árbol de salida de los medios de engranaje de reducción está conectado al elemento cilíndrico, de manera que la pieza de trabajo se perfora realizando simultáneamente una rotación alrededor del primer eje y una revolución alrededor del

segundo eje con la rotación de la herramienta de perforación mediante la rotación de la porción de árbol y, simultáneamente, girando el elemento cilíndrico conectado al árbol de salida de los medios de engranaje de reducción alrededor del segundo eje con una relación de reducción predeterminada mediante la rotación del árbol de entrada de los medios de engranaje de reducción.

De acuerdo con el aparato para la perforación de una pieza de trabajo de la presente invención, la generación de calor excesivo en una superficie perforada de una pieza de trabajo se puede evitar, ya que la perforación se realiza realizando simultáneamente la rotación y la revolución de una herramienta de perforación, tal como una fresa de extremo, a diferencia del método de perforación de la técnica anterior en el que la perforación se realiza solamente mediante la rotación de una herramienta de perforación. Además, incluso si un elemento laminado de FRP se utiliza como una pieza de trabajo, como el calor excesivo no proporciona un efecto adverso en la resina termoestable o termoplástica que forma una matriz del FRP, es posible eliminar sustancialmente la generación de irregularidades en una superficie perforada y mejorar la precisión de perforación. Además, puesto que el calor excesivo también afecta adversamente en el rendimiento de corte de una herramienta de rectificado puede ser extremadamente reducido, es posible extender inesperadamente la vida de una herramienta de corte.

Es posible que la perforación de la pieza de trabajo se realice mediante un corte hacia abajo en el que las direcciones de la rotación y de la revolución de la herramienta de perforación son diferentes entre sí. Esto hace que sea posible mejorar la capacidad de morder en una pieza de trabajo (por ejemplo, CFRP, GFRP, etc.) de los bordes de corte de una herramienta de perforación y para reducir la generación de calor y, por lo tanto, para mejorar aún más la exactitud de perforación de una superficie perforada de una abertura. Además, como el aumento de temperatura en la superficie perforada puede suprimirse según la presente invención, es posible aplicar de manera adecuada el método y el aparato de la presente invención a la perforación de titanio y aleaciones de inconel, que son difíciles de cortar debido a su baja conductividad de calor y de materiales de resina (incluyendo materiales compuestos).

En la presente invención, es preferible que una relación de un diámetro de la herramienta de perforación y una distancia entre el primer eje de la porción de árbol y el segundo eje del elemento cilíndrico esté en el intervalo de 10:0,1-10:1,5. Por ejemplo, cuando el diámetro de una herramienta de perforación es de 5 mm, es posible ajustar la distancia entre el primer y segundo ejes en un intervalo de 0,05-0,75 mm. Como resultado de lo cual, es posible formar una abertura que tiene un diámetro interno de aproximadamente 5,1 a 6,5 mm y, por lo tanto, para formar una separación entre una herramienta de perforación y una abertura para la descarga de los residuos de corte. Además, como la generación de calor excesivo en los bordes de corte de una herramienta de perforación y una superficie perforada puede suprimirse, es posible mejorar la precisión de la perforación y extender la vida de una herramienta de perforación.

También es preferible, en la presente invención, que la relación de reducción predeterminada de los medios de engranaje de reducción entre la porción de árbol y el elemento cilíndrico esté en el intervalo de 1/140 a 1/70. Esto hace que sea posible mejorar el equilibrio de la rotación y la revolución de una porción de árbol en la que está montada una herramienta de perforación y, por lo tanto, para realizar adecuadamente la perforación de una pieza de trabajo.

Es preferible en la presente invención que la velocidad de la rotación de la herramienta de perforación esté en un intervalo de 1500-4000 rpm, más preferiblemente de 2000-3000 rpm, y la relación de reducción predeterminada esté en un intervalo de 1/120 a 1/80. Esto hace que sea posible mejorar el equilibrio de la rotación y la revolución de una porción de árbol en la que está montada una herramienta de perforación y, por lo tanto, conseguir contactos intermitentes entre los bordes de corte de la herramienta de perforación y la superficie de perforación. En consecuencia, el corte en la superficie de perforación se puede realizar adecuadamente con la supresión de la generación de calor en la superficie de perforación y, por lo tanto, es posible realizar adecuadamente el proceso de perforación con una mayor precisión de perforación.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para la perforación de una pieza de trabajo usando un aparato que comprende una carcasa, una porción de árbol que se extiende desde un soporte para sujetar una herramienta de perforación giratoria alrededor de un primer eje; unos medios de engranaje de reducción, que incluyen un árbol de entrada conectado a la porción de árbol y un árbol de salida; un elemento cilíndrico que incluye un cilindro exterior y un cilindro interior para contener de manera giratoria la porción de árbol en una posición excéntrica, girando dicho elemento cilíndrico alrededor de un segundo eje paralelo al primer eje; unos medios de accionamiento de rotación; y un cilindro de contención deslizante para contener la porción de árbol, los medios de engranaje de reducción y el elemento cilíndrico provisto de una estructura deslizante para mover axialmente la porción de árbol, los medios de engranaje de reducción y el elemento cilíndrico, siendo el cilindro de contención deslizante dentro de la carcasa, caracterizado por que dichos medios de accionamiento de rotación se proporcionan dentro del cilindro interior del elemento cilíndrico, por que dicho árbol de salida de los medios de engranaje de reducción está conectado al elemento cilíndrico, y por que la pieza de trabajo se perfora realizando simultáneamente una rotación alrededor del primer eje y una revolución alrededor del segundo eje con la rotación de la herramienta de perforación mediante la rotación de la porción de árbol y, simultáneamente, girando el elemento cilíndrico conectado al árbol de salida de los medios de engranaje de reducción alrededor del segundo eje con una

relación de reducción predeterminada mediante la rotación del árbol de entrada de los medios de engranaje de reducción.

Efectos de la invención

De acuerdo con el aparato para la perforación de una pieza de trabajo de la presente invención, como comprende una carcasa, una porción de árbol que se extiende desde un soporte para sujetar una herramienta de perforación giratoria alrededor de un primer eje; unos medios de engranaje de reducción, que incluyen un árbol de entrada conectado a la porción de árbol y un árbol de salida; un elemento cilíndrico que incluye un cilindro exterior y un cilindro interior para contener de manera giratoria la porción de árbol en una posición excéntrica, girando el elemento cilíndrico alrededor de un segundo eje paralelo al primer eje; unos medios de accionamiento de rotación; y un cilindro de contención deslizante para contener la porción de árbol, los medios de engranaje de reducción y el elemento cilíndrico provisto de una estructura deslizante para mover axialmente la porción de árbol, los medios de engranaje de reducción y el elemento cilíndrico, siendo el cilindro de contención deslizante dentro de la carcasa, se caracteriza por que dichos medios de accionamiento de rotación se proporcionan dentro del cilindro interior del elemento cilíndrico, y por que dicho árbol de salida de los medios de engranaje de reducción está conectado al elemento cilíndrico, de modo que la pieza de trabajo se perfora realizando simultáneamente una rotación alrededor del primer eje y una revolución alrededor del segundo eje con la rotación de la herramienta de perforación mediante la rotación de la porción de árbol y, simultáneamente, girando el elemento cilíndrico conectado al árbol de salida de los medios de engranaje de reducción alrededor del segundo eje con una relación de reducción predeterminada mediante la rotación del árbol de entrada de los medios de engranaje de reducción, es posible mejorar la precisión de la perforación y extender la vida de la herramienta de perforación.

Mejor modo para realizar la invención

El mejor modo para realizar la presente invención es un aparato para la perforación de una pieza de trabajo que comprende una carcasa, una porción de árbol que se extiende desde un soporte para sujetar una herramienta de perforación giratoria alrededor de un primer eje; unos medios de engranaje de reducción, que incluyen un árbol de entrada conectado a la porción de árbol y un árbol de salida; un elemento cilíndrico que incluye un cilindro exterior y un cilindro interior para contener de manera giratoria la porción de árbol en una posición excéntrica, girando el elemento cilíndrico alrededor de un segundo eje paralelo al primer eje; unos medios de accionamiento de rotación; y un cilindro de contención deslizante para contener la porción de árbol, los medios de engranaje de reducción y el elemento cilíndrico provisto de una estructura deslizante para mover axialmente la porción de árbol, los medios de engranaje de reducción y el elemento cilíndrico, siendo el cilindro de contención deslizante dentro de la carcasa, caracterizado por que dichos medios de accionamiento de rotación se proporcionan dentro del cilindro interior del elemento cilíndrico, y por que dicho árbol de salida de los medios de engranaje de reducción está conectado al elemento cilíndrico, de manera que la pieza de trabajo se perfora realizando simultáneamente una rotación alrededor del primer eje y una revolución alrededor del segundo eje con la rotación de la herramienta de perforación mediante la rotación de la porción de árbol y, simultáneamente, girando el elemento cilíndrico conectado al árbol de salida de los medios de engranaje de reducción alrededor del segundo eje con una relación de reducción predeterminada mediante la rotación del árbol de entrada de los medios de engranaje de reducción.

Primera realización

Una primera realización de la presente invención se describirá en detalle con referencia a las figuras 1 a 13. La figura 1 es una vista en sección longitudinal que muestra un conjunto de la primera realización del aparato para la perforación de una pieza de trabajo de la presente invención, la figura 2 es una vista completa en alzado lateral del aparato para la perforación de una pieza de trabajo de la figura 1 durante el estado de avance, la figura 3 es una vista completa en alzado lateral del aparato para la perforación de una pieza de trabajo de la figura 1 durante el estado de inversión, la figura 4 es una vista en alzado lateral, vista desde una flecha A-A de la figura 1, la figura 5 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea B-B de la figura 1, que muestra un ejemplo de un mecanismo de tope de una tuerca de bolas, en el que la figura 5(a) muestra un ángulo de 0° de rotación de la tuerca de bolas, la figura 5(b) muestra un ángulo de 90° de rotación de la tuerca de bolas, la figura 5(c) muestra un ángulo de 180° de rotación de la tuerca de bolas, y la figura 5(d) muestra un ángulo de 270° de rotación de la tuerca de bolas, la figura 6 es una vista en alzado lateral, vista desde una flecha C-C de la figura 1, y la figura 7 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea C-C de la figura 1, que muestra una operación de un Harmonic Drive®, en el que la figura 7(a) muestra un ángulo de 0° de rotación del Harmonic Drive®, la figura 7(b) muestra un ángulo de 90° de rotación del Harmonic Drive®, y la figura 7(c) muestra un ángulo de 360° de rotación del Harmonic Drive®.

La figura 8 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea D-D de la figura 1, que muestra una turbina de avance, la figura 9 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea E-E de la figura 1, que muestra una turbina de inversión, la figura 10 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea F-F de la figura 1, que muestra una mesa de montaje de herramienta, la figura 11 es una vista explicativa que muestra las etapas de perforación, en el que la figura 11(a) muestra un ángulo de 0° de rotación de revolución de una porción de árbol, la figura 11(b) muestra un ángulo de 90° de rotación de revolución de una porción de árbol, la

figura 11(c) muestra un ángulo de 180° de rotación de revolución de una porción de árbol, la figura 11(d) muestra un ángulo de 270° de rotación de revolución de una porción de árbol, y la figura 11(e) muestra un ángulo de 360° de rotación de revolución de una porción de árbol, la figura 12 es una vista en planta en sección transversal que muestra un estado de montaje de una guía de deslizamiento, y la figura 13 es una vista explicativa que muestra un método para ajustar una cantidad de excentricidad, en la que la figura 13(a) es una vista en planta en sección transversal esquemática de un cilindro exterior, un cilindro interior y la porción de árbol, y la figura 13(b) es un dibujo que muestra una cantidad de excentricidad cuando el ángulo de fase del cilindro interior respecto a un cilindro exterior es θ .

Como se muestra en la figura 1, el aparato de perforación de la presente invención comprende un engranaje de reducción (por ejemplo, Harmonic Drive®) 14 conectado a una porción de árbol 3 que se extiende desde un soporte 2 para sujetar una herramienta de perforación 1, tal como una fresa de extremo que gira alrededor de un primer eje C1, y un elemento cilíndrico (cilindro exterior 19 y cilindro interior 20) conectado a un árbol de salida 14a del engranaje de reducción 14, que contiene en el mismo la porción de árbol 3 de forma giratoria en una posición excéntrica, y que gira alrededor de un segundo eje C2 paralelo con el primer eje C1.

Es preferible, como se muestra en las figuras 1 y 4, que el aparato de perforación de la presente invención comprenda un cilindro de contención deslizante 17 que contiene de forma giratoria el elemento cilíndrico (cilindro exterior 19 y cilindro interior 20) y axialmente deslizable sobre carriles de guía 22b, y una carcasa de fondo cuadrado 7 que cubre el cilindro de contención deslizante 17 y provisto de correderas 22a (incluyendo en el mismo una pluralidad de rodillos) conectables de forma móvil a través de carriles de guía 22b montados en el cilindro de contención deslizante 17 para mover axialmente un cilindro de contención deslizante 17. En general, una combinación de las correderas 22a y los carriles de guía 22b se denomina como una guía deslizante 22, como se muestra en la figura 4. Una mesa de montaje de plantilla 6 está fijada a una porción de brida 7a de la carcasa 7 a través de pernos (no mostrados).

El aparato de perforación de la presente invención comprende además un tornillo de bolas 12 conectado a la porción de árbol 3 a través de un acoplamiento 11, una tuerca de bolas 13 que sujeta de forma giratoria el tornillo de bolas 12, y una tapa 10 dispuesta en la parte inferior de la carcasa 7.

Es posible usar diversos tipos de fresas de extremo, por ejemplo, una fresa de extremo estándar, una fresa de extremo de desbaste, una fresa de extremo de bolas, etc., de diversos materiales herramienta en la herramienta de perforación de la presente invención. La fresa de extremo 1 es preferentemente una fresa de extremo cuadrada de, por ejemplo $\varnothing$ 4 mm- $\varnothing$ 12 mm. La fresa de extremo 1 tiene bordes de corte en su superficie inferior y superficies laterales y una superficie de una pieza de trabajo 5 se corta mediante los bordes de corte inferiores y una superficie circunferencial interior de una abertura se corta mediante los bordes de corte laterales de la fresa de extremo 1.

El soporte 2 es preferiblemente una pinza de sujeción. Es posible utilizar varios tipos de herramienta de perforación, tales como la fresa de extremo 1 que tiene un amplio intervalo de diámetros de $\varnothing$ 4 mm - $\varnothing$ 12 mm mediante intercambio del soporte 2 para montarse en la punta de la porción de árbol 3.

Es preferible, como se muestra en la figura 1, que la porción de árbol 3 comprenda una porción de extremo de punta 3a para fijar el soporte 2, una porción escalonada 3b que se extiende axialmente desde la misma, una turbina inversa 16 que incluye palas que tienen el mismo ángulo de torsión que el de los bordes de corte de la fresa de extremo 1, una turbina de avance 15, que incluye palas que tienen un ángulo de torsión opuesto al de los bordes de corte de la fresa de extremo 1, y una porción de encaje 3c montada en el árbol de entrada 14b del engranaje de reducción 14. La porción de árbol 3 está contenida dentro del cilindro interior 20 a través de una pluralidad de cojinetes, de manera que pueda girar alrededor del primer eje C1.

El elemento cilíndrico comprende el cilindro interior 20 dispuesto en el exterior de la porción de árbol 3 y el cilindro exterior 19 montado sobre el cilindro interior 20. El cilindro interior 20 está formado de dos partes longitudinalmente separadas por un plano a través del centro axial e insertado en el cilindro exterior 19 después de que la porción de árbol 3 y los cojinetes se hayan contenido en el mismo. La superficie cilíndrica exterior del cilindro exterior 19 se estrecha, reduciendo su diámetro exterior hacia la porción de extremo de la punta 3a. El cilindro interior 20 está fijado al cilindro exterior 19 con el cilindro interior 20 estirándose a una posición en la que las dos superficies cónicas de los cilindros interior y exterior 20, 19 se ponen en contacto entre sí mediante la inserción del cilindro interno 20 en el cilindro exterior 19 y luego mediante la fijación de una tuerca de ajuste de excentricidad 18 sobre una rosca exterior (rosca macho) 20a. La cantidad de excentricidad se puede ajustar aflojando la tuerca de ajuste de excentricidad 18 y luego fijando el cilindro interior 20 con respecto a los cilindros exteriores 19 después de haber desplazado su fase. En el que, como la superficie circunferencial interior (superficie cónica) del cilindro exterior 19 y la superficie circunferencial exterior (superficie cónica) del cilindro interior 20 están en una posición excéntrica desde el eje C1 de la porción de árbol 3, la distancia entre la primera eje C1 (centro de rotación) y el segundo eje C2 (centro de revolución) se pueden ajustar mediante el ajuste de fase del cilindro interior 20 con relación al cilindro exterior 19. Es suficiente que una relación (d:t) de un diámetro "d" de la fresa de extremo 1 y la distancia (cantidad de excentricidad) "t" entre el primer eje C1 de la porción de árbol 3 y el segundo eje C2 del elemento cilíndrico está en el intervalo de 10:0,1-10:1,5 (que se muestra exageradamente en los dibujos).

Como se muestra en la figura 13, cuando C1 es el primer eje (centro de rotación, es decir, eje central de la porción de árbol 3); C2 es el segundo eje (centro de revolución, es decir, eje central del cilindro exterior 19); C3 es un eje central del cilindro interior 20; e1 es la cantidad de excentricidad del eje central C3 del cilindro interior 20 con respecto al eje central C2 del cilindro exterior 19; e2 es la cantidad de excentricidad del eje central C1 de la porción de árbol 3 con respecto al eje central C3 del cilindro interior 20; θ es un ángulo de fase del cilindro interior 20 con relación al cilindro exterior 19 desde una línea de referencia en la que están colocados tres centros en línea entre sí en el orden de C2, C3 y C1; C1' es un centro de rotación en un ángulo de fase θ ; y "t" es una distancia (cantidad de excentricidad) entre el eje central C2 del cilindro exterior 19 y el centro C1' de rotación de la porción de árbol 3 se puede calcular de la siguiente manera:

$$t = \sqrt{(e_1)^2 + (e_2)^2 - 2(e_1)(e_2)\cos(180^\circ - \theta)}$$

$$= \sqrt{(e_1)^2 + (e_2)^2 + 2(e_1)(e_2)\cos\theta}$$

Por ejemplo, cuando $e_1 = e_2 = 0,5$ mm, $t = \sqrt{(0,5 + 0,5\cos\theta)}$, en consecuencia,

cuando $\theta = 0^\circ$, $t = 1,000$ mm

cuando $\theta = 45^\circ$, $t = 0,924$ mm

cuando $\theta = 90^\circ$, $t = 0,707$ mm

cuando $\theta = 120^\circ$, $t = 0,500$ mm

cuando $\theta = 135^\circ$, $t = 0,383$ mm, y

cuando $\theta = 180^\circ$, $t = 0,000$ mm

Una relación entre el diámetro "d" de la fresa de extremo 1 y un diámetro "D" de una abertura a perforar es $D = d + 2t$.

Como se muestra en la figura 2, una superficie circunferencial exterior del cilindro interior 20 se forma con ranuras anulares 20b, 20d, 20f, 20h y 20j en orden desde la rosca exterior 20a. Una boquilla 20c que se dirige radialmente hacia el interior se extiende desde una porción de la ranura 20b. La boquilla 20c se extiende en la circunferencia interior del cilindro interior 20 y forma una abertura para descargar el aire introducido a la turbina inversa 16. Una boquilla 20e que se dirige radialmente hacia el interior está colocada de manera opuesta a la boquilla 20c desde una porción de la ranura 20d. La boquilla 20e se extiende en la circunferencia interior del cilindro interior 20 y forma una abertura para introducir aire a la turbina inversa 16. Las boquillas 20g, 20i también se extienden radialmente hacia dentro desde la ranura 20f. Estas boquillas 20g, 20i se extienden en la circunferencia interior del cilindro interior 20 y forman una abertura para la descarga de aire durante el neutro. Una boquilla 20j también se extiende radialmente hacia dentro desde una porción de la ranura 20h a la circunferencia interior del cilindro interior 20 en paralelo con la boquilla 20e para formar una abertura para la introducción de aire en la turbina de avance 15. Como se muestra en la figura 8, la boquilla 20i está dispuesta en un ángulo relativo predeterminado respecto al radio del cilindro interior 20, para girar de manera eficiente la turbina de avance 15. Una boquilla adicional 20k también se extiende en la circunferencia interior del cilindro interior 20 para formar una abertura para descargar el aire introducido a la turbina de avance 15. De manera similar a la boquilla 20i, la boquilla 20k puede estar inclinada con respecto al radio del cilindro interior 20 para mejorar la descarga de aire.

Como se muestra en la figura 2, una superficie circunferencial exterior del cilindro exterior 19 se forma con ranuras anulares 19a, 19c, 19e, 19g y 19i en orden desde la fresa de extremo 1. Una boquilla 19b que se dirige radialmente hacia el interior se extiende desde una porción de la ranura 19a. La boquilla 19b se extiende en la circunferencia interior del cilindro exterior 19 y se comunica con la boquilla 20c del cilindro interior 20. Una boquilla 19d que se extiende radialmente hacia el interior está colocada de manera opuesta a la boquilla 19b de la ranura 19c. La boquilla 19d se extiende en la circunferencia interior del cilindro exterior 19 y se comunica con la boquilla 20e del cilindro interior 20. Las boquillas 19f, 19k también se extienden radialmente hacia dentro desde la ranura 19e. La boquilla 19f se extiende en la circunferencia interior del cilindro exterior 19 y se comunica con la boquilla 20i del cilindro interior 20. La boquilla 19k se extiende en la circunferencia interior del cilindro exterior 19 y se comunica con la boquilla 20g del cilindro interior 20. Una boquilla 19h también se extiende radialmente hacia el interior se extiende desde una porción de la ranura 19g. La boquilla 19h se extiende en la circunferencia interior del cilindro interior 20 en paralelo con la boquilla 19d y se comunica con la boquilla 20i del cilindro interior 20. Una boquilla 19j también se extiende radialmente hacia dentro desde una porción de la ranura 19i en oposición a la boquilla 19h. La boquilla 19j se extiende en la circunferencia interior del cilindro exterior 19 y se comunica con la boquilla 20k del cilindro interior 20. Como se muestra en la figura 9, la boquilla 20c está dispuesta en un ángulo predeterminado respecto al radio del cilindro interior 20 para descargar con eficacia el aire. De manera similar a la boquilla 20i, la boquilla 20e puede estar inclinada con respecto al radio del cilindro interior 20 para girar de manera eficiente la turbina inversa 16.

Como se muestra en la figura 3, una superficie circunferencial interior del cilindro de contención deslizante 17 se forma con ranuras anulares 17a, 17c, 17e, 17g y 17i en orden desde la fresa de extremo 1. Una boquilla 17b que se dirige radialmente hacia el exterior se extiende desde una porción de la ranura 17a. La boquilla 17b se extiende en la circunferencia exterior del cilindro de contención deslizante 17 y se comunica con la boquilla 19b del cilindro exterior 19. Una boquilla 17d que se extiende radialmente hacia fuera desde una porción de la ranura 17c está colocada de

- forma opuesta a la boquilla 17b. La boquilla 17d se comunica con una abertura de introducción 17k. Las boquillas 17f, 17l también se extienden radialmente hacia fuera desde la ranura 17e. La boquilla 17f pasa a través del cilindro de contención deslizante 17 y la boquilla 17l se comunica con una abertura de introducción 17k que se extiende axialmente dentro del cilindro de contención deslizante 17. Una boquilla 17j también se extiende radialmente hacia fuera desde una porción de la ranura 17i en oposición a la boquilla 17h. La boquilla 17j se extiende en la circunferencia exterior del cilindro de contención deslizante 17 y se comunica con la abertura 7d del cilindro exterior 19. La abertura de introducción 17k se comunica con las boquillas 17d, 17l, 17h y su porción de extremo se comunica con la circunferencia exterior del cilindro de contención deslizante 17.
- Como se muestra en las figuras 4, 8, 9, y 12, el cilindro de contención deslizante 17 puede deslizarse sobre dos guías de deslizamiento 22 que se extienden axialmente (formando una corredera 22a) montadas en una superficie interior de la carcasa 7 a través de carriles de guía 22b montados en el cilindro de contención deslizante 17.
- Como se muestra en la figura 3, un barril cilíndrico de la carcasa 7 está formado con aberturas de descarga de aire 7b, 7c, 7d y una abertura de entrada de aire 7e que se extiende radialmente a través del barril. La abertura de descarga de aire 7b se comunica con la boquilla 17b del cilindro de contención deslizante 17, la abertura de descarga de aire 7c se comunica con la boquilla 17f del cilindro de contención deslizante 17, la abertura de descarga de aire 7d se comunica con la boquilla 17j del cilindro de contención deslizante 17, y la abertura de entrada de aire 7e se comunica con la abertura de introducción 17k del cilindro de contención deslizante 17. La superficie circunferencial interior de la carcasa 7 en la que están formadas la abertura de descarga de aire 7b, 7d y la abertura de entrada de aire 7e está formada con un rebaje alargado, de modo que el aire comprimido siempre se puede comunicar con las aberturas de descarga y entrada de aire y las boquillas, incluso cuando el cilindro de contención deslizante 17 se desliza axialmente.
- Como se muestra en la figura 3, una válvula 9 formada con tres aberturas está dispuesta en la porción sustancialmente media de las boquillas 17d, 17l, 17h. Las tres aberturas se comunican con boquillas 17d, 17l, 17h cuando la válvula 9 se desplaza axialmente, de modo que el aire llevado a la abertura introducción 17k puede pasar a través de las respectivas boquillas 17d, 17l, 17h. Una palanca 9 de desplazamiento de la válvula está conectada a un extremo axial de la válvula 9 para desplazar axialmente la válvula 9. La palanca 8 de desplazamiento de la válvula puede estar soportada en su centro, de modo que pueda volver a su posición neutra mostrada en la figura 1 mediante un resorte dispuesto en su parte inferior.
- Cuando la palanca 8 de desplazamiento de la válvula está colocada en la posición neutra, como se muestra en la figura 1, la abertura de introducción 17k y la boquilla 17l se comunican entre sí y, por lo tanto, el aire comprimido tomado a través de la abertura de entrada de aire 7e pasa a través de las boquillas 17l, 19f, 20i, 20g, 19k, 17f y se descarga desde la abertura de descarga de aire 7c. Durante lo cual, la porción de árbol 3 no gira y la fresa de extremo 1 tampoco gira y da vueltas.
- Cuando la palanca 8 de desplazamiento de la válvula cae hacia una posición opuesta a la fresa de extremo 1, como se muestra en la figura 2, la abertura de introducción 17k y la boquilla 17h se comunican entre sí y, por lo tanto, el aire comprimido aire tomado a través de la abertura de entrada de aire 7e pasa a través de las boquillas 17h, 19h, 20i para girar la turbina de avance 15 (ver la figura 8) y luego se descarga de la abertura de descarga de aire 7d a través de la boquilla 20k, 19j, 17j. Durante lo cual, como la turbina de avance 15 gira en sentido horario alrededor del primer eje C1, la fresa de extremo 1 gira en sentido horario, el elemento cilíndrico (cilindro exterior 19 y cilindro interior 20) gira en sentido antihorario alrededor del segundo eje C2, y el tornillo de bolas 12 se somete a una fuerza de reacción desde la tuerca de bolas 13 y empuja axialmente el elemento cilíndrico, etc. hacia la fresa de extremo 1. Así, la fresa de extremo 1 puede obtener una fuerza de empuje axial para simultáneamente girarse y dar vueltas. La fuerza máxima de empuje es de aproximadamente 80-100 kgf.
- Cuando la palanca 8 de desplazamiento de la válvula cae hacia la fresa de extremo 1, como se muestra en la figura 3, la abertura de introducción 17k y la boquilla 17d se comunican entre sí y, por lo tanto, el aire comprimido aire tomado a través de la abertura de entrada de aire 7e pasa a través de las boquillas 17d, 19d, 20e para girar la turbina inversa 16 y luego se descarga de la abertura de descarga de aire 7b a través de la boquilla 20c, 19b, 17b (ver la figura 9). Durante lo cual, como la turbina inversa 16 gira en sentido antihorario alrededor del primer eje C1, la fresa de extremo 1 gira en sentido antihorario, el elemento cilíndrico (cilindro exterior 19 y cilindro interior 20) gira en sentido horario alrededor del segundo eje C2, y el tornillo de bolas 12 es accionado en la tuerca de bolas 13 y mueve axialmente el elemento cilíndrico etc. hacia una dirección opuesta a la fresa de extremo 1. Así, la fresa de extremo 1 puede invertirse, simultáneamente girando y dando vueltas.
- A pesar de que se muestra en una realización ilustrada que la porción de árbol 3 se hace girar mediante aire comprimido, la presente invención no está limitada a una estructura de este tipo y puede ser posible utilizar un motor eléctrico, etc. para accionar la porción de árbol 3.
- Como se muestra en las figuras 1-3, una porción de ajuste 3a de la porción de árbol 3 está equipada con el árbol de entrada 14b del engranaje de reducción 14 para impartir la rotación de la porción de árbol 3 al árbol de entrada 14b. El cilindro interior 20 y el tornillo de bolas 12 están conectados al árbol de salida 14a del engranaje de reducción 14

para que giren en una dirección diferente que la porción de árbol 3.

Como se muestra en las figuras 1 y 6, los medios de reducción son preferiblemente un Harmonic Drive®, que tiene una relación de reducción de aproximadamente 1/140-1/70, más preferiblemente de 1/120-1/80. La presente invención no se limita al Harmonic Drive® y es posible utilizar otro engranaje de reducción, tal como una combinación del Harmonic Drive® y un mecanismo de engranaje diferencial. En tal caso, la relación de reducción del Harmonic Drive® y un mecanismo de engranaje diferencial combinados es preferiblemente de aproximadamente 1/140-1/70, más preferiblemente de aproximadamente 1/120-1/80.

Por ejemplo, cuando la relación de reducción del engranaje de reducción es de 1/100, si la velocidad de rotación de la fresa de extremo 1 es de 2000-3000 rpm, su velocidad de revolución será de 20-30 rpm.

Además, cuando las direcciones de rotación del árbol de entrada y del árbol de salida de los medios de reducción 14 son inversas entre sí, es posible realizar una "disminución" en el que las direcciones de la rotación y la revolución de la fresa de extremo 1 son diferentes entre sí. Cuando las direcciones de rotación del árbol de entrada y el árbol de salida de los medios de reducción 14 son inversas, el tornillo de bolas 12 puede ser una rosca a la izquierda.

Como se muestra en las figuras 6 y 7, el engranaje de reducción (Harmonic Drive®) 14 comprende el árbol de entrada 14b colocado en el centro del engranaje de reducción 14, un generador de ondas 14c, que tiene una sección transversal ovalada y que gira junto con el árbol de entrada 14b, el árbol de salida (husillo flexible) 14a del elemento de metal elástico que tiene una configuración de pared delgada en forma de copa y encajado sobre la circunferencia exterior del generador de ondas 14c a través de rodillos, y un husillo circular 14d formado con un engranaje interno que engrana con un engranaje externo del árbol de salida 14a. La porción de ajuste 3c de la porción de árbol 3 encaja sobre el árbol de entrada 14b y el cilindro interior 20 y el tornillo de bolas 12 están conectados al árbol de salida 14a, y el husillo circular 14d se fija a la carcasa 7 (no mostrada).

Por ejemplo, cuando la relación de reducción de los medios de reducción es de 1/100, es posible lograr esta relación de reducción estableciendo el número de dientes formados en la circunferencia exterior del árbol de salida 14a en 99 y el número de dientes formados en la circunferencia interior del husillo circular 14d en 100. Entonces, como se muestra en las figuras 7(a) a 7(c), el árbol de entrada 14a se deforma elásticamente de acuerdo con la rotación del generador de ondas 14c unido al árbol de entrada 14b y acoplado con el engranaje interno formado en la circunferencia interior del husillo circular 14d. En esta estructura, cuando el árbol de entrada se gira una vez, el árbol de salida 14a gira un diente en sentido opuesto a la dirección del árbol de entrada 14b con relación al husillo circular 14d. Por lo tanto, se puede obtener la relación de reducción de 1/100.

Una ranura de tornillo helicoidal está formada sobre la circunferencia exterior del tornillo de bolas 12. Una tuerca de bolas 13 está montada sobre el tornillo de bolas 12 a través de un número de bolas. Una ranura de tornillo helicoidal está formada sobre la circunferencia interior de la tuerca de bolas 13. La tuerca de bolas está formada con un pasaje de circulación sin fin usando un elemento de puente formado con una ranura de conexión a través de la cual se hacen circular las bolas. Como se muestra en la figura 4, el centro axial del tornillo de bolas 12 es, de manera similar a la de la porción de árbol 3 conectado al tornillo de bolas 12, excéntrico del cilindro exterior 19 contenido dentro del cilindro de contención deslizante 17 en "t" (cantidad de excentricidad de la fresa de extremo).

Como se muestra en la figura 5, una ranura larga 13a de detención de la rotación que se extiende radialmente está formada en una porción de la brida de la tuerca de bolas 13. Una ranura de guía 23a está formada en la parte inferior de la carcasa 7 con la que se pone en contacto la tuerca de bolas 13. Un árbol de acoplamiento 23b se inserta en la ranura de guía 23a y gira a lo largo de la superficie circunferencial interior de la ranura de guía 23a. El árbol de acoplamiento 23b se acopla con la ranura de detención de rotación 13a para limitar el movimiento de rotación de la tuerca de bolas 13 a lo largo de la superficie circunferencial interior de la ranura de guía 23a.

Como se muestra en la figura 5(a), el árbol de acoplamiento 23b está colocado en una posición inferior de la ranura de guía 23a cuando el ángulo de rotación es 0°. Como se muestra en las figuras 5(b) a 5(d), el centro axial de la tuerca de bolas 13 gira alrededor del segundo eje C2 cuando la porción de árbol 3 gira desde la condición de la figura 5(a) y el elemento cilíndrico (cilindro exterior 19 y cilindro interior 20) y el tornillo de bolas 12 giran. Durante el cual, como el árbol de acoplamiento 23b se acopla con la ranura de detención de rotación 13a de la tuerca de bolas 13, se mueve dentro de la ranura de guía 23a, aunque la tuerca de bolas 13 gira, la tuerca de bolas 13 no gira. Debido a esta estructura, la tuerca de bolas 13 puede girar en un mismo plano sin rotación de acuerdo con la revolución del tornillo de bolas 12.

De acuerdo con esta estructura, la fresa de extremo 1 puede girar alrededor del segundo eje C2 con la rotación simultánea alrededor del primer eje C1 para realizar la perforación de la pieza de trabajo 5 mediante la rotación del elemento cilíndrico (cilindro exterior 19 y cilindro interior 20) conectado al árbol de salida 14a del engranaje de reducción 14 en una relación de reducción predeterminada con la rotación simultánea de la fresa de extremo 1 y el árbol de entrada 14b del engranaje de reducción 14 mediante la rotación de la porción de árbol 3.

La mesa de montaje de la plantilla 6 está fijada a una plantilla 4 colocada en la superficie de la pieza de trabajo 5 mediante pernos (no mostrados). Como se muestra en la figura 10, un círculo de perforación imaginario 6a se muestra en el centro de la mesa de montaje de la plantilla 6 y la fresa de extremo 1 está colocada en una posición

excéntrica del círculo de perforación imaginario 6a. Como se muestra en la figura 1, una muesca está formada en el extremo de la mesa de montaje de la plantilla 6 y un tope 21 está montado en la muesca. El movimiento axial del elemento de contención deslizante 17 puede limitarse antes del uso del aparato de perforación. En uso del aparato de perforación, el tope 21 se desacopla para permitir que el cilindro de contención deslizante 17, etc. se mueva axialmente.

Como se muestra en las figuras 11(a) a 11(e), la fresa de extremo 1 se coloca en una posición excéntrica desde el círculo imaginario de perforación 6a. En estos dibujos, la fresa de extremo 1 gira en sentido horario y, simultáneamente, da la vuelta en sentido antihorario. Por ejemplo, un diámetro "d" de la fresa de extremo 1 es de 5 mm, un diámetro "D" del círculo de perforación imaginario 6a es de 6 mm, y una cantidad de excentricidad "t" de la fresa de extremo 1 es de 0,5 mm.

Segunda realización

A continuación, se describirá en detalle una segunda realización con referencia a las figuras 14 y 15. La figura 14 es una vista en alzado lateral en sección transversal que muestra una realización en la que se aplica un mecanismo de engranajes planetarios a un árbol de salida del Harmonic Drive®, y la figura 15 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea G-G de la figura 14.

En esta realización, el engranaje de reducción 14 (2) comprende el Harmonic Drive® 30 y un mecanismo de engranajes planetarios 31, como se muestra en las figuras 14 y 15. La porción de encaje 3c de la porción de árbol 3 está montada en el árbol de entrada 30b del Harmonic Drive® 30 y el árbol de entrada 31a del mecanismo de engranajes planetarios 31 está conectado al árbol de salida 30a del Harmonic Drive® 30. Un piñón 31b está fijado en el árbol de entrada 31a. El piñón 31b engrana con tres engranajes 31c. El piñón 31b y los engranajes 31c están contenidos dentro del árbol de salida (engranaje interior) 31d, de modo que el piñón 31b está dispuesto en su centro, como se muestra en la figura 15. Un extremo del árbol de salida 31d se extiende axialmente y está conectado al cilindro interior 20. Un elemento de conexión 31e está conectado a un lado del árbol de salida 31d a través de pernos y también conectado al tornillo de bolas 12 a través de un acoplamiento 11.

En esta realización, cuando se hace girar la porción de árbol 3, el árbol de entrada 30b del Harmonic Drive® 30 se hace girar y el árbol de salida 30a también se hace girar en una relación de reducción predeterminada. A continuación, el árbol de entrada 31a del mecanismo de engranajes planetarios 31 se hace girar, el piñón 31b se hace girar, y además se giran los engranajes 31c engranados con el piñón 31b. Como el cilindro interior 20 se hace girar junto con el árbol de salida 31d, la fresa de extremo 1 puede girar.

Cuando las direcciones de rotación del árbol de entrada 30b y el árbol de salida 30a del Harmonic Drive® 30 son las mismas, es posible girar el árbol de entrada 30b y el árbol de salida 31d del mecanismo de engranajes planetarios 31 en direcciones inversas entre sí. Por lo tanto, es posible lograr la disminución en la que la rotación y la revolución de la fresa de extremo 1 son diferentes entre sí. Además, cuando las direcciones de rotación del árbol de entrada 30b y el árbol de salida 30a del Harmonic Drive® 30 son inversas, es posible girar el árbol de entrada 30b y el árbol de salida 31d del mecanismo de engranajes planetarios 31 en una misma dirección. Por lo tanto, es posible lograr el aumento en la que la rotación y la revolución de la fresa de extremo 1 son las mismas. Es preferible que la relación de reducción en la combinación del Harmonic Drive® 30 y el mecanismo de engranajes planetarios 31 es de aproximadamente 1/140-1/70, más preferiblemente de 1/120-1/80.

Tercera realización

A continuación, se describirá en detalle una tercera realización con referencia a la figura 16. La figura 16 es una vista en alzado lateral en sección transversal que muestra una realización en la que se aplica un mecanismo de engranajes diferenciales a un árbol de salida del Harmonic Drive®.

En esta realización, el engranaje de reducción 14 (3) comprende el Harmonic Drive® 30 y un mecanismo de engranajes diferenciales 32, como se muestra en las figuras 16. La porción de encaje 3c de la porción de árbol 3 está montada en el árbol de entrada 30b del Harmonic Drive® 30 y el árbol de entrada 32a del mecanismo de engranajes diferenciales 32 está conectado al árbol de salida 30a del Harmonic Drive®. Un engranaje cónico 32b está fijado en el árbol de entrada 32a. El engranaje cónico 32b engrana con dos engranajes cónicos 32c, 32d. Estos engranajes cónicos 32c, 32d engranan con un engranaje cónico 32e. Un árbol de salida que se extiende axialmente 32f del engranaje cónico 32e está fijado a un elemento de conexión 32g. El elemento de conexión 32g tiene una porción en forma de copa que se extiende axialmente al que se fija el cilindro interior 20. El elemento de conexión 32g tiene también una porción de árbol que se extiende de forma opuesta a la que está conectado el tornillo de bolas 12 a través de un acoplamiento 11.

En esta realización, el árbol de entrada 30b del Harmonic Drive® 30 se hace girar y el árbol de salida 30a se hace girar en una relación de reducción predeterminada. A continuación, el árbol de entrada 32a del mecanismo de engranaje diferencial 32 se hace girar, el piñón cónico 32b se hace girar, y además los engranajes cónicos 32c, 32d se hacen girar. Y, en consecuencia, el engranaje cónico 32e y el árbol de salida 32f también giran. Por lo tanto,

mediante la rotación de la porción de árbol 3, la fresa de extremo 1 y el cilindro interior 20 se giraban, y, en consecuencia, la fresa de extremo 1 se hace girar.

Cuando las direcciones de rotación del árbol de entrada 30b y el árbol de salida 30a del Harmonic Drive® 30 son las mismas, es posible girar el árbol de entrada 30b y el árbol de salida 32f del mecanismo diferencial 32 en direcciones inversas entre sí. Por lo tanto, es posible lograr la disminución en la que la rotación y la revolución de la fresa de extremo 1 son diferentes entre sí. Además, cuando las direcciones de rotación del árbol de entrada 30b y el árbol de salida 30a del Harmonic Drive® 30 son inversas, es posible girar el árbol de entrada 30b y el árbol de salida 32f del mecanismo de engranajes diferenciales 32 en una misma dirección. Por lo tanto, es posible lograr el aumento en la que la rotación y la revolución de la fresa de extremo 1 son las mismas. Es preferible que la relación de reducción en la combinación del Harmonic Drive® 30 y el mecanismo de engranajes diferenciales es de aproximadamente 1/140-1/70, más preferiblemente de 1/120-1/80.

Cuarta realización

A continuación, se describirá en detalle una cuarta realización con referencia a la figura 17.

La figura 17 es una vista en alzado lateral en sección transversal que muestra una realización provista de un tope de ajuste de carrera, en el que la figura 17(a) muestra un estado de avance, la figura 17(b) muestra un estado en el que una palanca de cambio de válvula se conmuta en un lado inverso, la figura 17(c) muestra un estado inverso, y la figura 17(d) muestra un estado neutro.

En esta realización, los topes de ajuste de carrera 41a, 41b están dispuestos en dos posiciones dentro de un intervalo de movimiento de una palanca de cambio de válvula 8, como se muestra en la figura 17. En primer lugar, si la palanca de cambio de válvula 8 se conmuta (cae) al lado de la fresa de extremo 1, la abertura de introducción de aire 17k y la boquilla 17d se comunican entre sí, y así el aire comprimido puede ser suministrado a la turbina de avance 15 a través de la boquilla 17d, como se muestra en la figura 17(a).

En esta realización ilustrada, la disposición de la turbina de avance 15 y la turbina inversa 16 se muestran a la inversa que los que se muestran en las figuras 1-3.

Cuando se acciona la turbina de avance, la porción de árbol 3 y el tornillo de bolas 12 se hacen girar y, por lo tanto, el cilindro de contención deslizante 17 se hace avanzar por la fuerza de reacción de la tuerca de bolas 13. Así, la palanca de cambio de válvula 8 topa contra el tope de ajuste de carrera 41a y, por lo tanto, la palanca de cambio de válvula 8 cae hacia un lado opuesto a la fresa de extremo 1, como se muestra en la figura 17(b). Por consiguiente, la abertura de introducción de aire 17k y la boquilla 17h se comunican entre sí y, así, el aire comprimido se puede suministrar a la turbina de inversión 16 a través de la boquilla 17h.

Así, el cilindro de contención deslizante 17 se invierte como se muestra en la figura 17(c). Si el cilindro de contención deslizante 17 se invierte, la palanca de cambio de válvula 8 pronto topará contra el tope de ajuste de carrera 41b y luego vuelve a la posición neutra como se muestra en la figura 17(d). Cuando la palanca de cambio de válvula 8 se devuelve a la posición neutra, la abertura de introducción de aire 17k y la boquilla 17l se comunican entre sí y, por lo tanto, el aire comprimido puede descargarse sin accionar ninguna de las turbinas 15, 16.

Quinta realización

A continuación, se describirá en detalle una quinta realización con referencia a la figura 18.

La figura 18 es una vista en alzado lateral en sección transversal que muestra una realización provista de una palanca de conmutación de avance/retroceso en la que la figura 18(a) muestra un estado neutro, la figura 18(b) muestra un estado de avance, la figura 18(c) muestra un estado en el que una palanca de cambio de válvula se conmuta a un lado inverso, y la figura 18(d) muestra un estado inverso.

En esta realización, un pasador de empuje 42 que tiene configuración en forma de L está montado sobre el cilindro de contención deslizante 17 a la derecha de la palanca de cambio de válvula 8. Una palanca de conmutación de avance/retroceso 43 en forma de manivela de campana está dispuesta en la carcasa 7 a la derecha del pasador de empuje 42. La palanca de conmutación de avance/retroceso 43 se hace pivotar en la carcasa 7 en su porción superior. Una porción inferior de la palanca de avance/retroceso 43 está formada con una abertura alargada y un pistón 44 está conectado a la palanca de conmutación de avance/retroceso 43 mediante un pasador insertado en la abertura alargada. El pistón 44 está dispuesto de forma axialmente deslizante en un orificio que se extiende axialmente en el cilindro de contención deslizante 17. Un resorte 45 está conectado a la palanca de avance/retroceso 43 sustancialmente en el centro del mismo para presionar normalmente el pistón 44 hacia el lado de la fresa de extremo 1.

Cuando la palanca de cambio de válvula 8 está en la posición neutra, la abertura de introducción de aire 17k y la boquilla 17l se comunican entre sí y se descarga aire comprimido sin accionar las turbinas 15, 16, como se muestra en la figura 18(a). Entonces la palanca de cambio de válvula 8 cae hacia una dirección opuesta a la fresa de extremo 1, como se muestra en la figura 18(b). Así, la abertura de introducción de aire 17k y la boquilla 17h se comunican entre sí y se suministra aire comprimido a la turbina de avance 15 a través de la boquilla 17h y, por lo tanto, el

cilindro de contención deslizante 17 se avanza. Cuando el cilindro de contención deslizante 17 se hace avanzar adicionalmente como se muestra en la figura 18(c), el extremo de la punta del pasador de golpeo 42 topa contra el extremo superior de la palanca de conmutación de avance/retroceso 43 y, en consecuencia, la palanca de conmutación de avance/retroceso 43 pivota alrededor de su árbol de pivote sujeto en la carcasa 7 y empuja el pistón 44 a una dirección opuesta a la fresa de extremo 1 y desliza axialmente la válvula 9. Así, la abertura de introducción de aire 17k y la boquilla 17d se comunican entre sí y se suministra aire comprimido a la turbina de inversión 16 a través de la boquilla 17d y, por lo tanto, el cilindro de contención deslizante 17 se invierte.

Sexta realización

A continuación, se describirá en detalle una sexta realización con referencia a las figuras 19, 20 y 21. La figura 19 es una vista en alzado lateral en sección transversal que muestra una máquina de perforación, la figura 20 es una vista en planta en sección transversal que muestra la máquina de perforación de la figura 19, y la figura 21 es una vista en alzado lateral que muestra la máquina de perforación de la figura 19. Esta realización muestra un ejemplo en el que se aplica el aparato de perforación de la presente invención a una máquina de perforación y, por lo tanto, su estructura principal es sustancialmente igual que las realizaciones anteriores.

Como se muestra en la figura 19, esta realización comprende una porción de árbol 53 que se extiende desde un soporte 52 para sujetar una fresa de extremo 51 que gira alrededor de un primer eje, unos medios de reducción (Harmonic Drive® y mecanismo de engranajes planetarios) 64 conectados a la porción de árbol 53, y un elemento cilíndrico (cilindro exterior 69 y cilindro interior 70) que contiene de manera giratoria la porción de árbol 53 en una posición excéntrica y giratoria alrededor de un segundo eje paralelo al primer eje. Esta estructura permite que la fresa de extremo 51 realice simultáneamente la rotación y la revolución. Esta realización comprende además un cilindro de contención deslizante 67 que contiene de forma giratoria el elemento cilíndrico (cilindro exterior 69 y cilindro interior 70) y axialmente deslizable, y una carcasa cuadrada exterior 57 que cubre el cilindro de contención deslizante 67. El cilindro de contención deslizante 67 puede deslizarse axialmente dentro de la carcasa 57 a través de carriles de guía 72b que se extienden axialmente montados en el cilindro de contención deslizante 67 y las correderas 72a (que contiene cojinetes de rodillos) dispuestas dentro de la carcasa 57.

Se muestra bajo el aparato de perforación una pieza de trabajo 55 que se perfora mediante la fresa de extremo 51 y una plantilla (elemento de presión) 54 dispuesta en la pieza de trabajo 55.

En esta realización, un motor (motor de inducción eléctrico de 3 fases) 65 está dispuesto en una porción superior-media de la porción de árbol 53. El motor 65 se alimenta con energía eléctrica a través de un código eléctrico 82 y el cableado dispuesto dentro del elemento cilíndrico (cilindro interior 70 y cilindro exterior 69) y el cilindro de contención deslizante 67. Un cepillo 81 está montado en la circunferencia interior del cilindro de contención deslizante 67, por otra parte, un contacto conductor 69a en forma de anillo que contacta de forma deslizante con el cepillo 81 está montado en la circunferencia exterior del cilindro exterior 69. La potencia eléctrica suministrada al motor 65 controla el encendido/apagado mediante un interruptor 83.

La máquina de perforación a la que se aplica el aparato de perforación de esta realización se muestra en las figuras 20 y 21. La máquina de perforación comprende una base 90, una mesa 91 sobre la que se coloca una pieza de trabajo 55, una columna 92 que se extiende verticalmente desde la base 90, un aparato de perforación que incluye una carcasa 57 montada de forma deslizante en la columna 92, una cremallera 86 montada en la parte posterior de la carcasa 57, un piñón 85 que engrana con la cremallera 86, un mango de palanca 84 montado en un árbol central del piñón 85, un cable 87 un extremo del cual está fijado en la parte posterior de la carcasa 57, una polea 89 a través de la cual pasa el cable 87, y un amortiguador 88.

Al mover el mango de palanca 84 hacia abajo, el piñón 85 se hace girar y, por lo tanto, la cremallera 86 se mueve hacia abajo. En consecuencia, el aparato de perforación provisto de la fresa de extremo 51 de la presente invención se mueve hacia abajo y la perforación se puede realizar con la fresa de extremo 51 se hace girar y dar vueltas simultáneamente. Por otro lado, cuando la carcasa 57 se mueve hacia abajo, el cable 87 se estira hacia arriba a través de la polea 89 y el amortiguador 88 se mueve hacia arriba. El amortiguador 88 aplica siempre una fuerza sobre la carcasa a través del cable 87 para resistir su movimiento hacia abajo y, por lo tanto, el aparato de perforación puede moverse hacia arriba, hacia su posición original cuando un operador suelta el mango de palanca 84. De acuerdo con la rotación del piñón 85 que engrana con la cremallera 86, el mango de palanca 84 vuelve también a su posición original.

Séptima realización

A continuación, se describirá en detalle una séptima realización con referencia a las figuras 22 a 24. La figura 22 es una vista en alzado frontal en sección transversal que muestra una máquina de perforación manual, la figura 23 es una vista en planta en sección transversal que muestra la máquina de perforación manual de la figura 22, y la figura 24 es una vista en alzado frontal que muestra la máquina de perforación manual de la figura 22. Esta realización muestra un ejemplo en el que se aplica el aparato de perforación de la presente invención a una máquina de perforación manual y, por lo tanto, su estructura principal es sustancialmente igual que las realizaciones

anteriores.

Como se muestra en la figura 22, esta realización comprende la porción de árbol 53 que se extiende desde el soporte 52 para sujetar la fresa de extremo 51 que gira alrededor del primer eje, los medios de reducción (Harmonic Drive® y mecanismo de engranajes planetarios) 64 conectados a la porción de árbol 53, y un elemento cilíndrico (cilindro exterior 69 y cilindro interior 70) que contiene de manera giratoria la porción de árbol 53 en una posición excéntrica y giratoria alrededor de un segundo eje paralelo al primer eje. Esta estructura permite que la fresa de extremo 51 realice simultáneamente la rotación y la revolución. Esta realización comprende además un cilindro de contención deslizante 67 que contiene de forma giratoria el elemento cilíndrico (cilindro exterior 69 y cilindro interior 70) y axialmente deslizable, y una carcasa cuadrada exterior 57 que cubre el cilindro de contención deslizante 67. El cilindro de contención deslizante 67 puede deslizarse axialmente dentro de la carcasa 57 a través de carriles de guía 72b que se extienden axialmente y correderas 72a que se deslizan sobre los carriles de guía 72b.

Unas aberturas verticales alargadas están formadas en los lados superiores de la carcasa 57 y dos mangos de agarre 101 fijados en el cilindro de contención deslizante 67 que se proyectan horizontalmente a través de las aberturas alargadas verticales y, por lo tanto, verticalmente móviles. El movimiento verticalmente hacia arriba y hacia abajo de los mangos de agarre 101 permite mover el aparato de perforación hacia arriba y hacia abajo y, por lo tanto, perforar la pieza de trabajo 55 puede realizarse de manera similar a las realizaciones anteriores mediante la fresa de extremo 51 que rota y gira simultáneamente.

Cuatro patas ajustables 102 están dispuestas en cuatro esquinas de la carcasa 57. Cada pata 102 tiene una varilla de ajuste 103 y un pomo de fijación 104 para el ajuste de la altura del aparato de perforación. Las cuatro patas 102 se pueden mover independientemente para permitir que la perforación se pueda adaptar a una pieza de trabajo 55 que tiene una superficie curvada.

De manera similar a la sexta realización, un extremo del cable 87 está fijado a la parte posterior de la carcasa 57 y el otro extremo está conectado al amortiguador 88 a través de la polea 89. En consecuencia, cuando un operador suelta el mango de agarre 101 después de que el aparato de perforación se ha movido hacia abajo, el aparato de perforación que incluye la carcasa 57 puede volver a su posición original por la fuerza de retorno del amortiguador 88.

Cuatro topes 105 están montados en la superficie superior de la carcasa 57, de manera que topan y detienen el ascenso del cilindro de contención deslizante 67.

Se muestra bajo el aparato de perforación una pieza de trabajo 55 que se perfora mediante la fresa de extremo 51 y una plantilla (elemento de presión) 54 dispuesta en la pieza de trabajo 55.

También en esta realización, el motor (motor de inducción eléctrico de 3 fases) 65 está dispuesto en una porción superior-media de la porción de árbol 53. El motor 65 se alimenta con energía eléctrica a través del código eléctrico 82 y el cableado dispuesto dentro del elemento cilíndrico (cilindro interior 70 y cilindro exterior 69) y el cilindro de contención deslizante 67. El cepillo 81 está montado en la circunferencia interior del cilindro de contención deslizante 67, por otra parte, el contacto conductor 69a en forma de anillo que contacta de forma deslizante con el cepillo 81 está montado en la circunferencia exterior del cilindro exterior 69. La potencia eléctrica suministrada al motor 65 controla el encendido/apagado mediante un interruptor 83. Octava realización

Entonces, la pieza de trabajo a perforar se describirá con referencia a la figura 25, que es una vista en sección transversal de una pieza de trabajo de CFRP.

Una pieza de trabajo 5 (pieza de trabajo 55 en las figuras 19, 22 y 24) es un plástico reforzado con fibra (CFRP) que está formado de una pluralidad de capas de epoxi en el que se incluyen fibras de carbono de refuerzo. Como se muestra en la figura 25, este CFRP comprende un cuerpo laminado de plástico que incluye una pluralidad de capas de epoxi reforzadas con fibra. Las fibras de refuerzo incluidas en cada capa de resina pueden estar dispuestas para que se extiendan en paralelo entre sí o se crucen ortogonalmente u oblicuamente. Además, las fibras de refuerzo pueden estar dispuestas en cada capa de resina como un estado tejido en el cual las fibras se tejen entre sí, un estado reticulado en el que las fibras están reticuladas entre sí, y un estado de tela no tejida en el que las fibras están dispuestas como una tela no tejida.

El plástico reforzado con fibra (CFRP) se fabrica mediante la formación de un material preimpregnado en forma de hoja en el que se incluyen fibras de refuerzo de carbono en resina termoendurecible, por ejemplo, epoxi, y luego mediante calentamiento y prensado del material preimpregnado después de enderezar las fibras de refuerzo en su dirección de extensión y laminado de una pluralidad de materiales preimpregnados. La presente invención puede aplicarse a una placa de plástico de una sola capa. Sin embargo, en la placa de plástico de una sola capa, es preferible que las fibras de refuerzo estén en el estado de punto o en el estado tejido.

La presente invención se ha descrito con referencia a las realizaciones preferidas. Obviamente, modificaciones y alteraciones se les ocurrirán a los expertos en la técnica al leer y comprender la descripción detallada anterior. Se

pretende que la presente invención se interprete como que incluye todas estas alternancias y modificaciones en la medida en que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas o sus equivalentes.

Aplicabilidad en industrias

El aparato y el método para la perforación de una pieza de trabajo de la presente invención se pueden aplicar a un aparato de perforación y método de perforación para la perforación de una pieza de trabajo, tal como una placa de plástico reforzado con fibra (FRP) con el uso de una fresa de extremo.

Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] Una vista en sección longitudinal que muestra un conjunto de la primera realización del aparato para la perforación de una pieza de trabajo de la presente invención;
 [Fig. 2] Una vista completa en alzado lateral del aparato para la perforación de una pieza de trabajo de la figura 1 durante el estado de avance;
 [Fig. 3] Una vista completa en alzado lateral del aparato para la perforación de una pieza de trabajo de la figura 1 durante el estado de inversión;
 [Fig. 4] Una vista en alzado lateral, vista desde una flecha A-A de la figura 1;
 [Fig. 5] Una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea B-B de la figura 1, que muestra un ejemplo de un mecanismo de tope de una tuerca de bolas, en el que la figura 5(a) muestra un ángulo de 0° de rotación de la tuerca de bolas, La figura 5(b) muestra un ángulo de 90° de rotación de la tuerca de bolas, la figura 5(c) muestra un ángulo de 180° de rotación de la tuerca de bolas, y la figura 5(d) muestra un ángulo de 270° de rotación de la tuerca de bolas;
 [Fig. 6] Una vista en alzado lateral, vista desde una flecha C-C de la figura 1;
 [Fig. 7] Una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea C-C de la figura 1 que muestra una operación de un Harmonic Drive®, en el que la figura 7(a) muestra un ángulo de 0° de rotación del Harmonic Drive®, la figura 7(b) muestra un ángulo de 90° de rotación del Harmonic Drive®, y la figura 7(c) muestra un ángulo de 360° de rotación del Harmonic Drive®; [Fig. 8] Una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea D-D de la figura 1, que muestra una turbina de avance;
 [Fig. 9] Una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea E-E de la figura 1, que muestra una turbina de inversión;
 [Fig. 10] Una vista en sección transversal tomada a lo largo de una línea F-F de la figura 1, que muestra una tabla de montaje de la herramienta;
 [Fig. 11] Una vista explicativa que muestra la perforación, en el que la figura 11(a) muestra un ángulo de revolución de 0° de una porción de árbol, la figura 11(b) muestra un ángulo de revolución de 90° de una porción de árbol, la figura 11(c) muestra un ángulo de revolución de 180° de una porción de árbol, la figura 11(d) muestra un ángulo de 270° de revolución de una porción de árbol, y la figura 11(e) muestra un ángulo de revolución de 360° de una porción de árbol;
 [Fig. 12] Una vista en planta en sección transversal que muestra un estado de montaje de una guía deslizante;
 [Fig. 13] Una vista explicativa que muestra un método para ajustar una cantidad de excentricidad, en el que la figura 13(a) es una vista en planta en sección transversal esquemática de un cilindro exterior, un cilindro interior y la porción de árbol, y la figura 13(b) es un dibujo que muestra una cantidad de excentricidad cuando el ángulo de fase del cilindro interior con relación a un cilindro exterior es 0;
 [Fig. 14] Una vista en alzado lateral en sección transversal que muestra una realización en la que se aplica un mecanismo de engranajes planetarios a un árbol de salida del Harmonic Drive®;
 [Fig. 15] Una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea G-G de la figura 14;
 [Fig. 16] Otra vista en alzado lateral en sección transversal que muestra una realización en la que se aplica un mecanismo de engranajes diferenciales a un árbol de salida del Harmonic Drive®;
 [Fig. 17] Una vista en alzado lateral en sección transversal que muestra una realización provista de un tope de ajuste de carrera, en el que la figura 17(a) muestra un estado de avance, la figura 17(b) muestra un estado en el que una palanca de cambio de válvula se conmuta en un lado inverso, la figura 17(c) muestra un estado inverso, y la figura 17(d) muestra un estado neutro;
 [Fig. 18] Una vista en alzado lateral en sección transversal que muestra una realización provista de una palanca de conmutación de avance/retroceso en la que la figura 18(a) muestra un estado neutro, la figura 18(b) muestra un estado de avance, la figura 18(c) muestra un estado en el que una palanca de cambio de válvula se conmuta a un lado inverso, y la figura 18(d) muestra un estado inverso;
 [Fig. 19] Una vista en alzado lateral en sección transversal que muestra una máquina de perforación;
 [Fig. 20] Una vista en planta en sección transversal que muestra la máquina de perforación de la figura 19;
 [Fig. 21] Una vista en alzado lateral que muestra la máquina de perforación de la figura 19;
 [Fig. 22] Una vista en alzado frontal en sección transversal que muestra una máquina de perforación manual;
 [Fig. 23] Una vista en planta en sección transversal que muestra la máquina de perforación manual de la figura 22;
 [Fig. 24] Una vista en alzado frontal que muestra la máquina de perforación manual de la figura 22;
 [Fig. 25] Una vista en sección transversal de una pieza de trabajo de CFRP.

Descripciones de los números y caracteres de referencia

	1	fresa de extremo
	2	soporte
5	3	porción de árbol
	3a	porción de punta
	3b	porción escalonada
	3c	porción escalonada
	4	plantilla
10	5	pieza de trabajo
	6	mesa de montaje de la plantilla
	6a	círculo imaginario
	7	carcasa
	7a	brida
15	7b, 7c, 7d	abertura de descarga de aire
	7e	abertura de entrada de aire
	8	válvula de palanca de cambio
	9	válvula
	10	tapa
20	11	acoplamiento
	12	tornillo de bolas
	13	tuerca de bolas
	13a	ranura de detención de rotación
	14	medios de reducción (Harmonic Drive®)
25	14 (1)	medios de reducción (Harmonic Drive®)
	14 (2)	medios de reducción (Harmonic Drive® y mecanismo de engranajes planetarios)
	14 (3)	medios de reducción (Harmonic Drive® y mecanismo de engranaje diferencial)
	14a	árbol de salida
	14b	árbol de entrada
30	14c	generador de ondas
	14d	tira circular
	15	turbina de avance
	16	turbina inversa
	17	cilindro contenedor deslizante
35	17a, 17c, 17e, 17g, 17i	ranura
	17b, 17d, 17f, 17h, 17j, 17l	boquilla
	17k	abertura de introducción
	18	tuerca de ajuste de cantidad de excentricidad
	19	cilindro exterior
40	19a, 19c, 19e, 19g, 19i	ranura
	19b, 19d, 19f de, 19h, 19j, 19k	boquilla
	20	cilindro interior
	20a	rosca exterior (rosca macho)
	20b, 20d, 20f, 20h, 20j	ranura
45	20c, 20e, 20g, 20i, 20k, 20l	boquilla
	21	tope
	22	guía de deslizamiento
	22a	corredera
	22b	carril de guía
50	23a	ranura de guía
	23b	árbol de acoplamiento
	30	Harmonic Drive®
	30a	árbol de salida
	30b	árbol de entrada
55	31	mecanismo de engranajes planetarios
	31a	árbol de entrada
	31b	piñón
	31c	engranaje
	31d	árbol de salida
60	31e	elemento de conexión
	32	mecanismo de engranaje diferencial
	32a	árbol de entrada
	32b, 32c, 32d, 32e	engranaje cónico
	32f	árbol de salida
65	32g	elemento de conexión
	41a, 41b	tope de ajuste de carrera

ES 2 622 144 T3

	42	pasador de golpeo
	43	palanca de conmutación avance/inversa
	44	pistón
	45	muelle
5	51	fresa de extremo
	52	soporte
	53	porción de árbol
	54	plantilla
	55	pieza de trabajo
10	57	carcasa
	64	medios de reducción
	65	motor
	67	cilindro contenedor deslizante
	69	cilindro exterior
15	69a	elemento de contacto
	70	cilindro interior
	72a	corredera
	72b	carril de guía
	81	cepillo
20	82	código eléctrico
	83	interruptor de potencia
	84	mango de palanca
	85	piñón
	86	cremallera
25	87	cable
	88	amortiguador
	89	polea
	90	base
	91	mesa
30	92	columna
	101	mango de agarre
	102	cilindro de ajuste
	103	vástago de ajuste
	104	mando de ajuste
35	105	tope
	C1, C1'	primer eje
	C2	segundo eje
	C3	línea central del cilindro interior
	d	diámetro de la fresa de extremo
40	D	diámetro del círculo imaginario
	e1, e2	cantidad de excentricidad
	t	cantidad de excentricidad de la fresa de extremo
	θ	ángulo de fase

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la perforación de una pieza de trabajo, que comprende:

5 una carcasa (7 o 57), una porción de árbol (3 o 53) que se extiende desde un soporte (2 o 52) para sujetar una herramienta de perforación (1 o 51) que gira alrededor de un primer eje (C1);
unos medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64), incluyendo un árbol de entrada (14b, 31a o 32a) conectado a la porción de árbol (3 o 53) y un árbol de salida (14a, 31d o 32f);
un elemento cilíndrico que incluye un cilindro exterior (19 o 69) y un cilindro interior (20 o 70) para contener de
10 forma giratoria la porción de árbol (3 o 53) en una posición excéntrica, girando el elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70) alrededor de un segundo eje (C2) paralelo respecto al primer eje (C1);
unos medios de accionamiento de rotación (15, 16 o 65) y
un cilindro de contención deslizante (17 o 67) para contener la porción de árbol (3 o 53), los medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64) y el elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70) provisto de una estructura deslizante para
15 mover axialmente la porción de árbol (3 o 53), los medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64) y el elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70), siendo el cilindro de contención deslizante (17 o 67) deslizable dentro de la carcasa (7 o 57)
caracterizado por que
dichos medios de accionamiento de rotación (15, 16, o 65) se proporcionan dentro del cilindro interior (20 o 70)
20 del elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70), y
por que dicho árbol de salida (14a, 31d o 32f) de los medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64) está conectado al elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70),
de tal manera que la pieza de trabajo es perforada realizando simultáneamente una rotación alrededor del primer
25 eje (C1) y una revolución alrededor del segundo eje (C2) con la rotación de la herramienta de perforación (1 o 51) mediante la rotación de la porción de árbol (3 o 53) y girando simultáneamente el elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70) conectado al árbol de salida (14a, 31d o 32f) de los medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64) alrededor del segundo eje (C2) en una relación de reducción predeterminada al girar el árbol de entrada (14b, 31a o 32a) de los medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64).

30 2. El aparato para la perforación de una pieza de trabajo de la reivindicación 1, en el que el elemento cilíndrico (19, 20) está conectado a un tornillo de bolas (12) acoplado a una tuerca de bolas (13) que está fijada a la carcasa (7),
de tal manera que la pieza de trabajo es perforada realizando simultáneamente una rotación alrededor del primer eje (C1), una revolución alrededor del segundo eje (C2) y un movimiento en la dirección axial con la rotación de la
herramienta de perforación (1) mediante la rotación de la porción de árbol (3) y moviendo simultáneamente el
35 cilindro de contención deslizante (17) dentro de la carcasa (7) en la dirección axial mediante una rotación del tornillo de bolas (12) conectado al elemento cilíndrico (19, 20).

3. El aparato para la perforación de una pieza de trabajo de las reivindicaciones 1 o 2, en el que una relación de un diámetro de la herramienta de perforación (1) y una distancia entre el primer eje (C1) de la porción de árbol (3 o 53) y el segundo eje (C2) del elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70) está en un intervalo de 10: 0,1 a 10:1,5.

4. El aparato para la perforación de una pieza de trabajo de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la relación de reducción predeterminada de los medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64) entre la porción de árbol (3 o 53) y el elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70) es de 1:140 a 1:70.

45 5. El aparato para la perforación de una pieza de trabajo de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la velocidad de la rotación de la herramienta de perforación (1) está en un intervalo de 1500 a 4000 rpm y la relación de reducción predeterminada está en un intervalo de 1:120 a 1:80.

50 6. El aparato para la perforación de una pieza de trabajo de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la herramienta de perforación (1) es una fresa de extremo.

7. El aparato para la perforación de una pieza de trabajo de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la porción de árbol (3) incluye turbinas (15, 16) de los medios de accionamiento de rotación y las turbinas (15, 16) son accionadas por
55 aire.

8. El aparato para la perforación de una pieza de trabajo de las reivindicaciones 1 o 2, en el que los medios de accionamiento de rotación son un motor eléctrico (65).

60 9. Un método para la perforación de una pieza de trabajo mediante el uso de un aparato que comprende:

una carcasa (7 o 57), una porción de árbol (3 o 53) que se extiende desde un soporte (2 o 52) para sujetar una herramienta de perforación (1) que gira alrededor de un primer eje (C1);
unos medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64), incluyendo un árbol de entrada (14b, 31a o 32a) conectado a la porción de árbol (3 o 53) y un árbol de salida (14a, 31d o 32f);
un elemento cilíndrico que incluye un cilindro exterior (19 o 69) y un cilindro interior (20 o 70) para contener de
65

forma giratoria la porción de árbol (3 o 53) en una posición excéntrica, girando dicho elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70) alrededor de un segundo eje (C2) paralelo respecto al primer eje (C1);

unos medios de accionamiento de rotación (15, 16 o 65); y

un cilindro de contención deslizante (17 o 67) para contener la porción de árbol (3 o 53), los medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64) y el elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70) provisto de una estructura deslizante para mover axialmente la porción de árbol (3 o 53), los medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64) y el elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70), siendo el cilindro de contención deslizante (17 o 67) deslizable dentro de la carcasa (7 o 57)

caracterizado por que

dichos medios de accionamiento de rotación (15, 16, o 65) se proporcionan dentro del cilindro interior (20 o 70) del elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70),

por que dicho árbol de salida (14a, 31d o 32f) de los medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64) está conectado al elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70), y

por que la pieza de trabajo es perforada realizando simultáneamente una rotación alrededor del primer eje (C1) y una revolución alrededor del segundo eje (C2) con la rotación de la herramienta de perforación (1) mediante la rotación de la porción de árbol (3 o 53) y girando simultáneamente el elemento cilíndrico (19, 20 o 69, 70) conectado al árbol de salida (14a, 31d o 32f) de los medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64) alrededor del segundo eje (C2) en una relación de reducción predeterminada al girar el árbol de entrada (14b, 31a o 32a) de los medios de engranaje de reducción (14, 31, 32 o 64).

10. El método para la perforación de una pieza de trabajo de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el elemento cilíndrico (19, 20) está conectado a un tornillo de bolas (12) acoplado a una tuerca de bolas (13) que está fijada a la carcasa (7), y

en el que la pieza de trabajo es perforada realizando simultáneamente una rotación alrededor del primer eje (C1), una revolución alrededor del segundo eje (C2) y un movimiento en la dirección axial con la rotación de la herramienta de perforación (1) mediante la rotación de la porción de árbol (3) y moviendo simultáneamente el cilindro de contención deslizante (17) dentro de la carcasa (7) en la dirección axial mediante una rotación del tornillo de bolas (12) conectado al elemento cilíndrico (19, 20).

11. El método para la perforación de una pieza de trabajo de las reivindicaciones 9 o 10, en el que la perforación de una pieza de trabajo se realiza mediante un corte hacia abajo, donde las direcciones de rotación y de revolución de la herramienta de perforación (1) son diferentes entre sí.

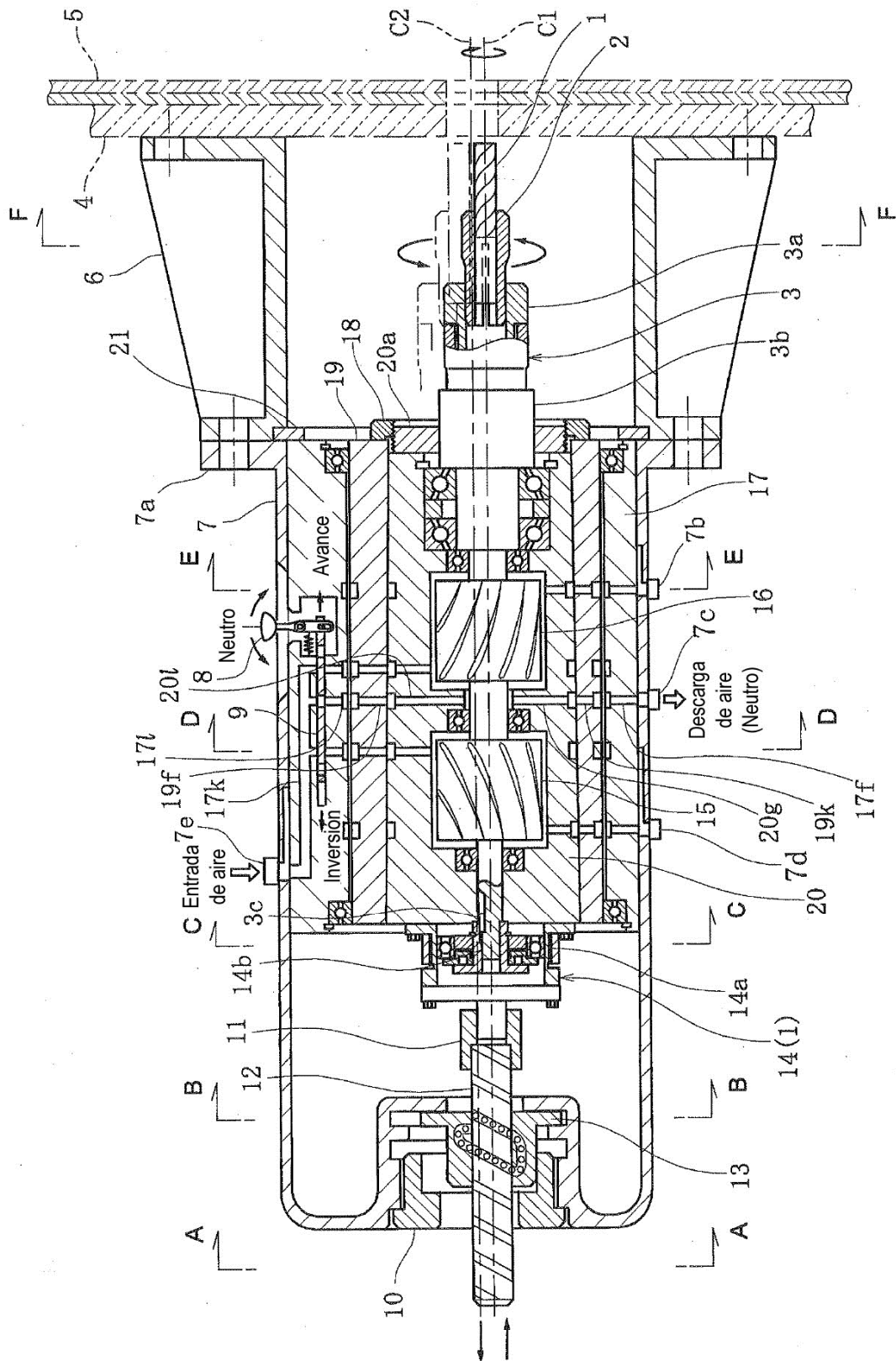
12. El método para la perforación de una pieza de trabajo de las reivindicaciones 9 o 10, en el que la velocidad de la rotación de la herramienta de perforación (1) está en un intervalo de 1500 a 4000 rpm, y la relación de reducción predeterminada está en un intervalo de 1:120 a 1:80.

13. El método para la perforación de una pieza de trabajo de las reivindicaciones 9 o 10, en el que la porción de árbol (3) incluye turbinas (15, 16) de los medios de accionamiento de rotación y las turbinas son accionadas por aire.

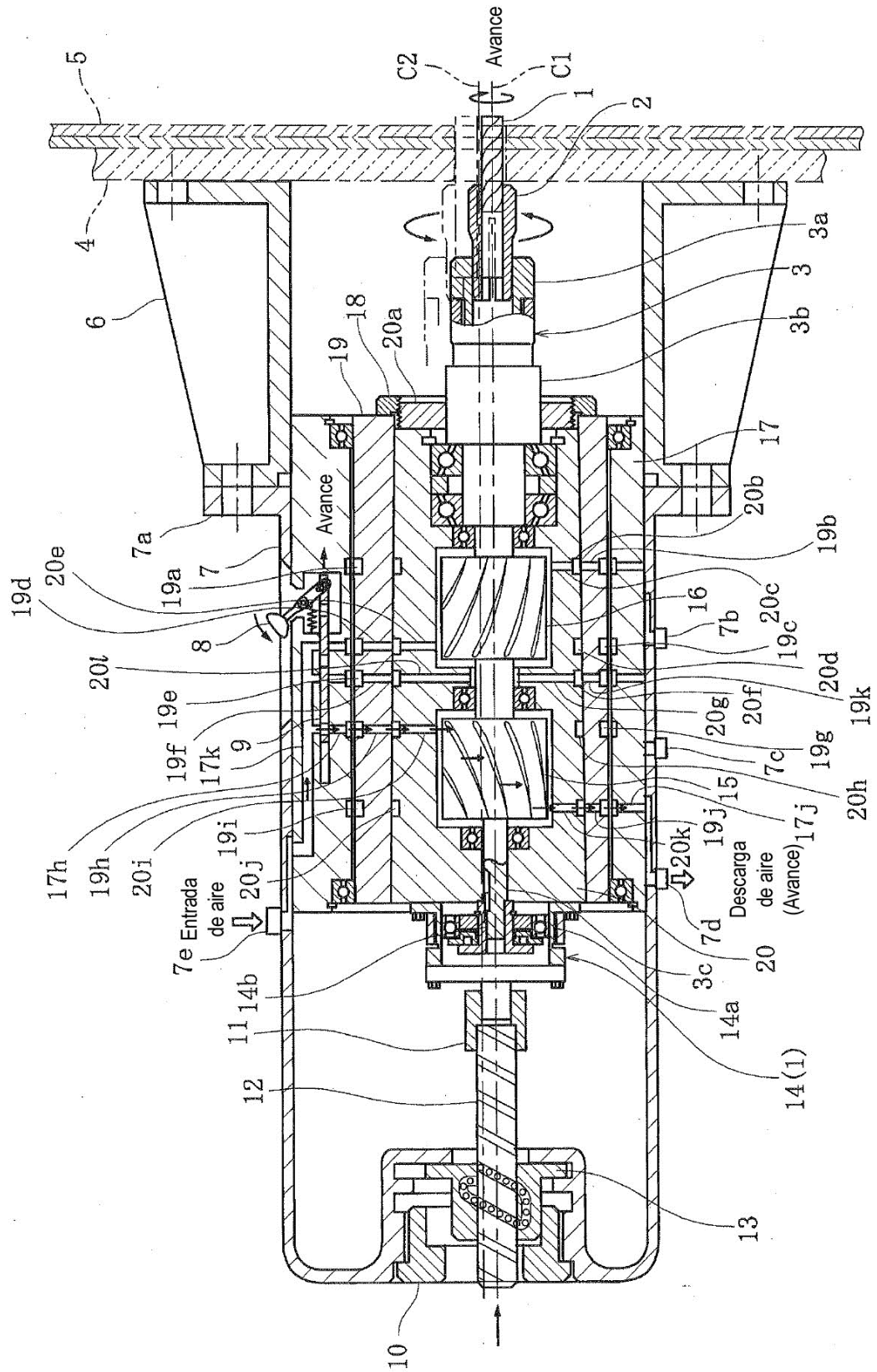
14. El método para la perforación de una pieza de trabajo de las reivindicaciones 9 o 10, en el que los medios de accionamiento de rotación son un motor eléctrico (65).

15. El método para la perforación de una pieza de trabajo de las reivindicaciones 9 o 10, en el que la pieza de trabajo es un elemento laminado de plástico reforzado con fibra.

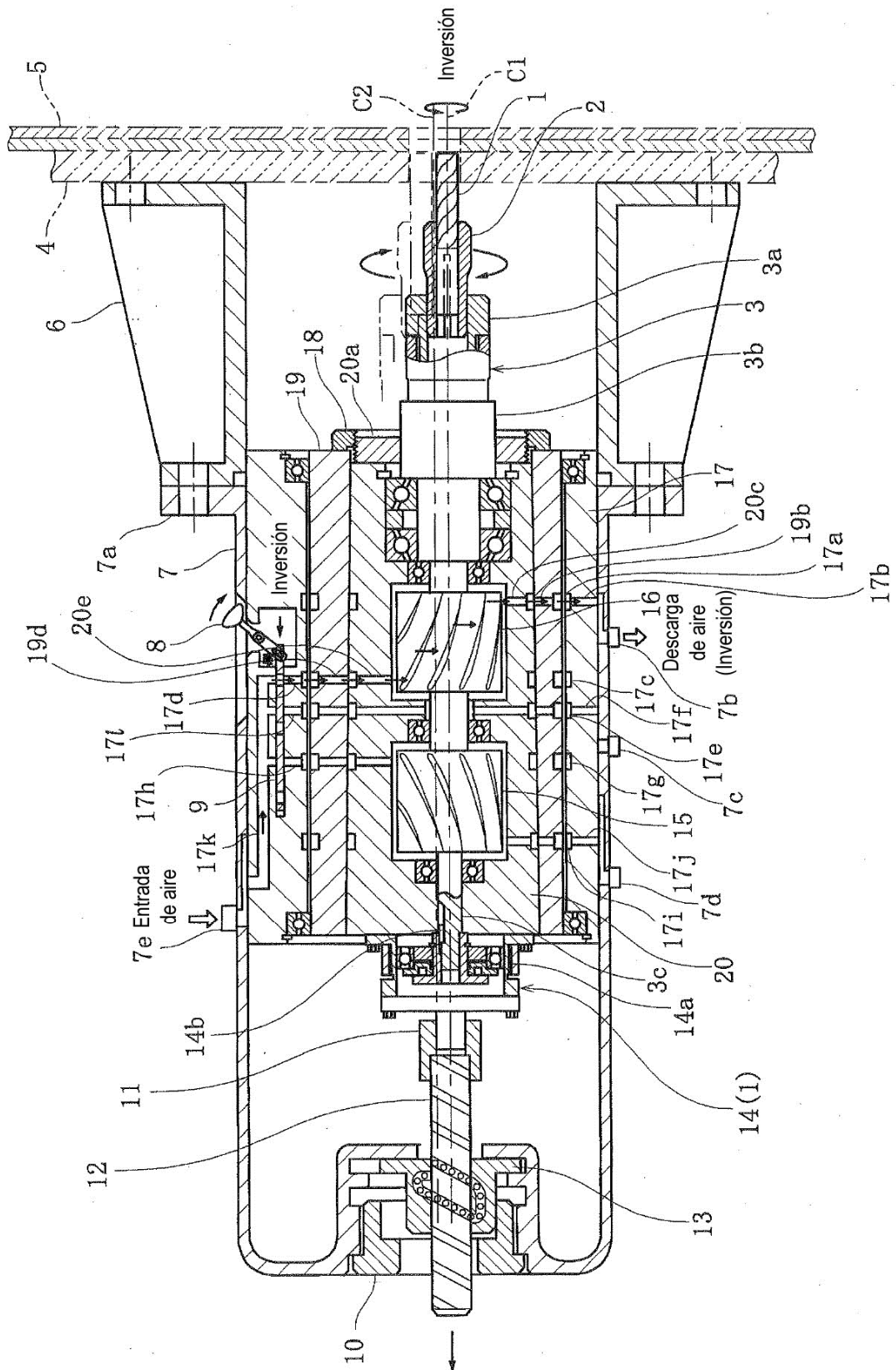
[Fig 1]



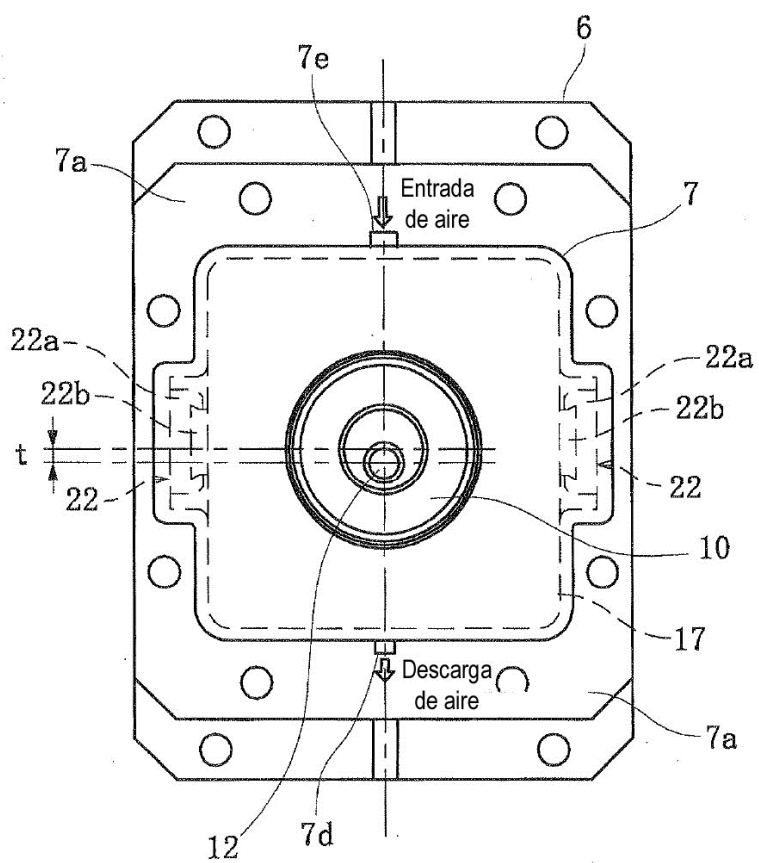
[Fig 2]



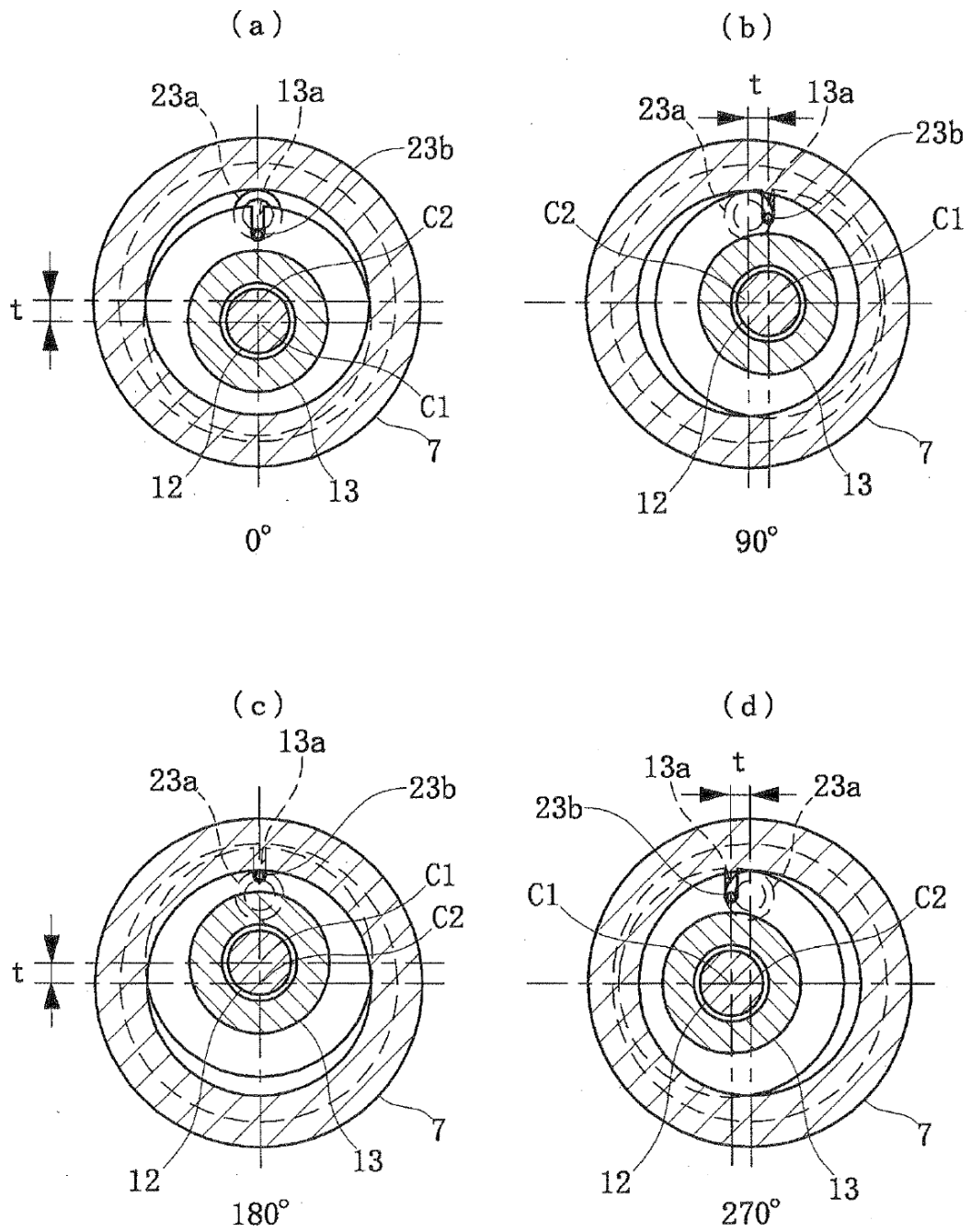
[Fig 3]



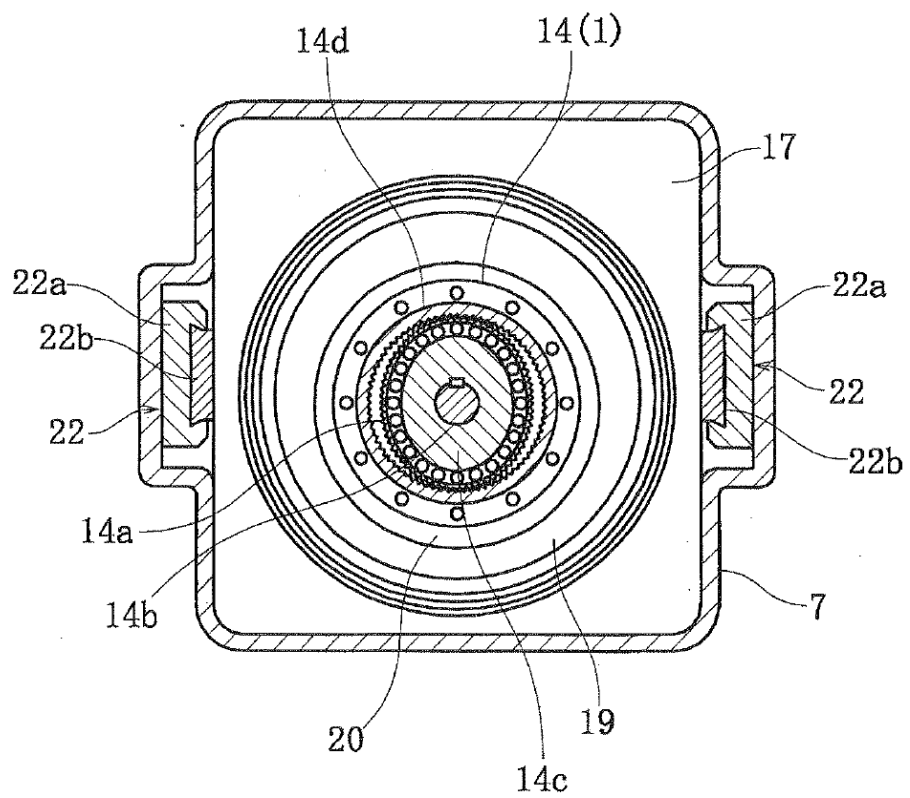
[Fig 4]



[Fig 5]

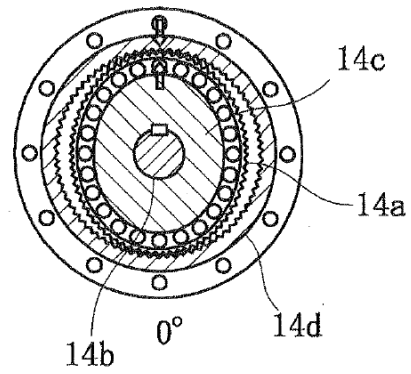


[Fig 6]

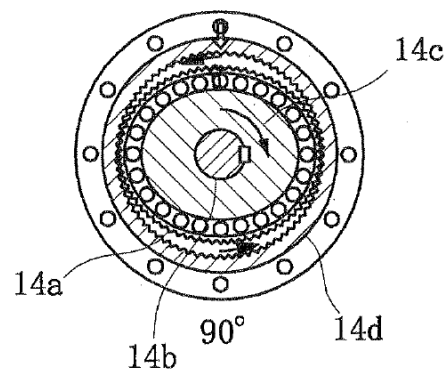


[Fig 7]

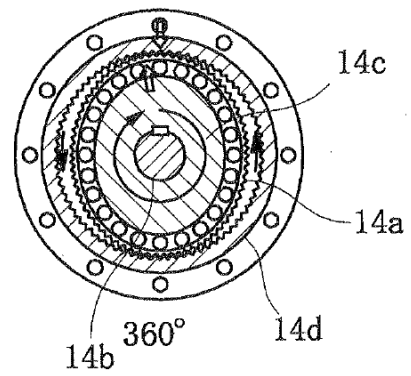
(a)



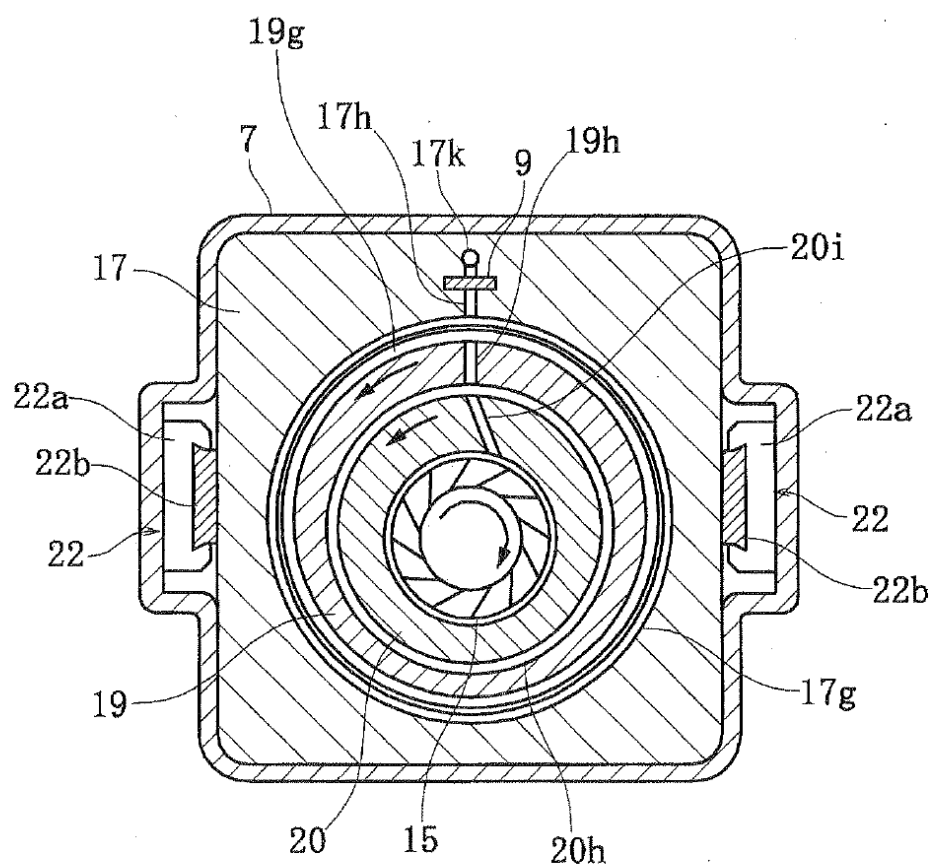
(b)



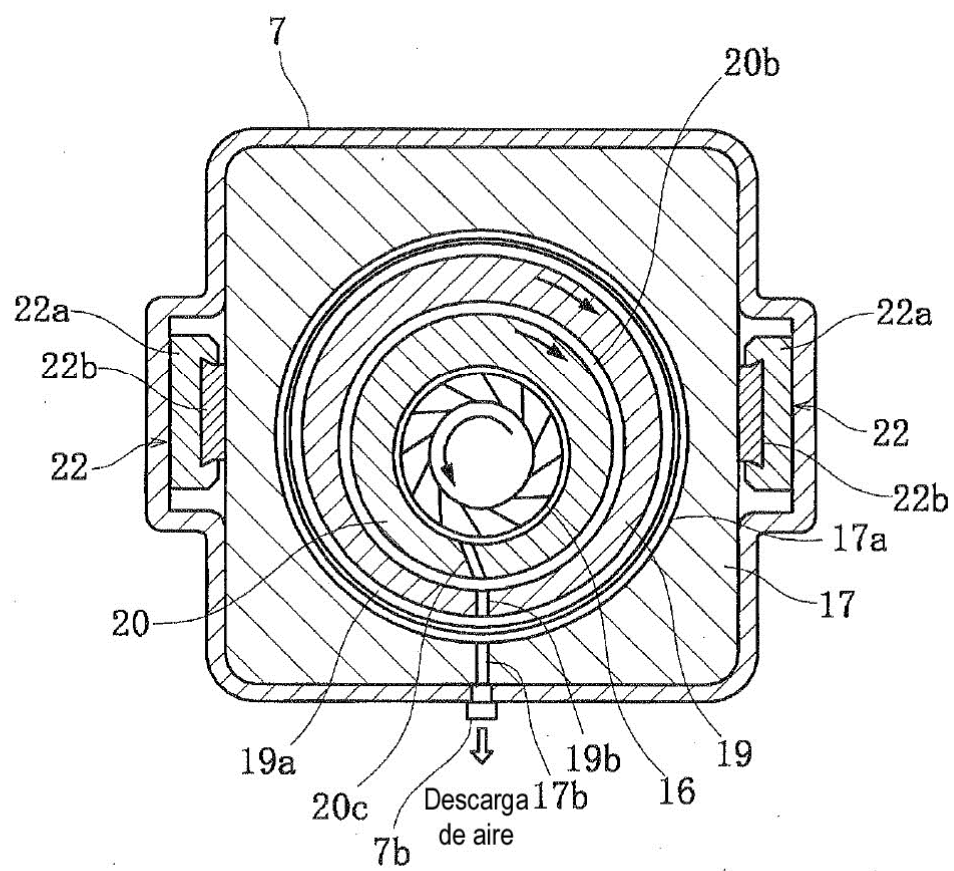
(c)



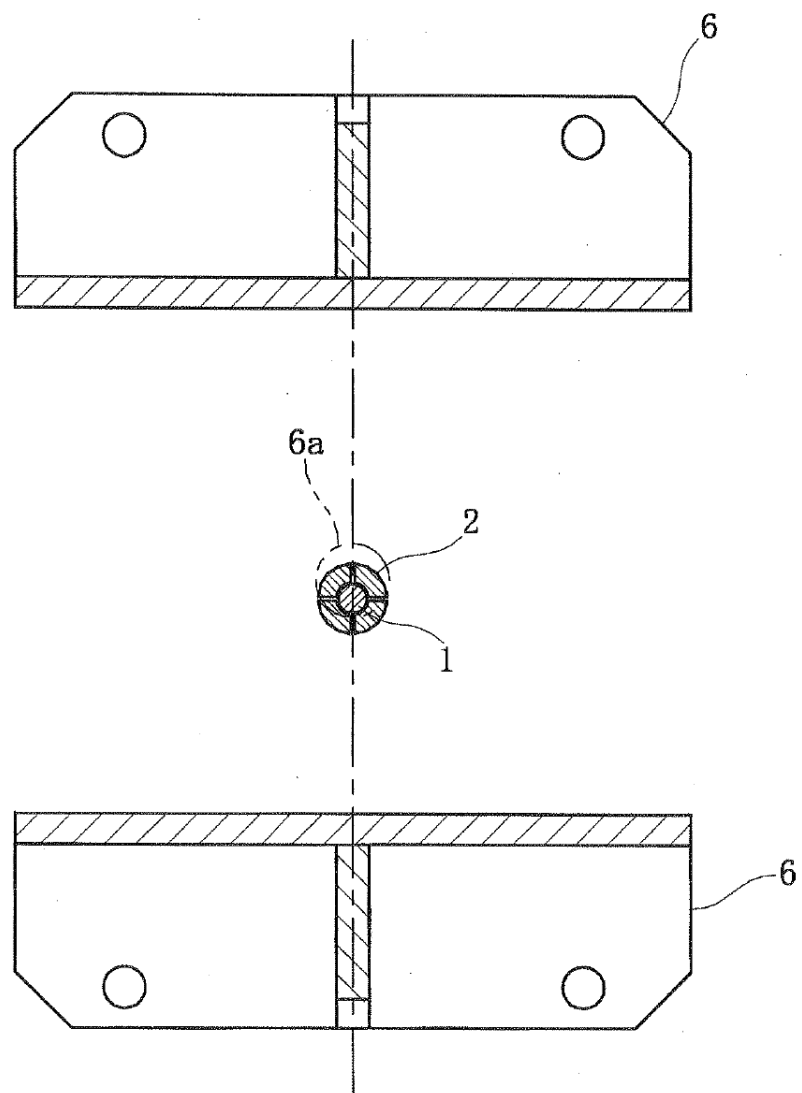
[Fig 8]



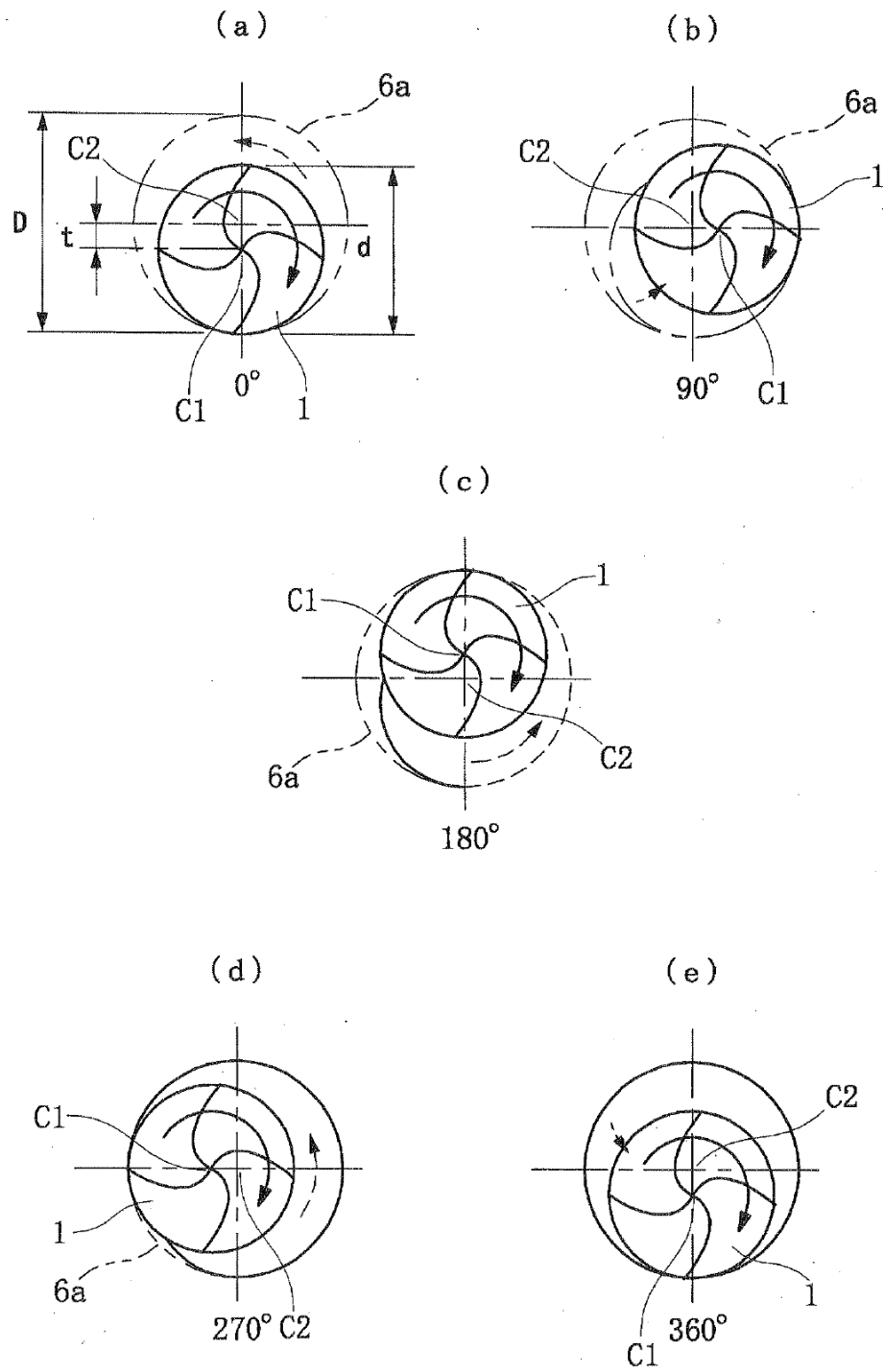
[Fig 9]



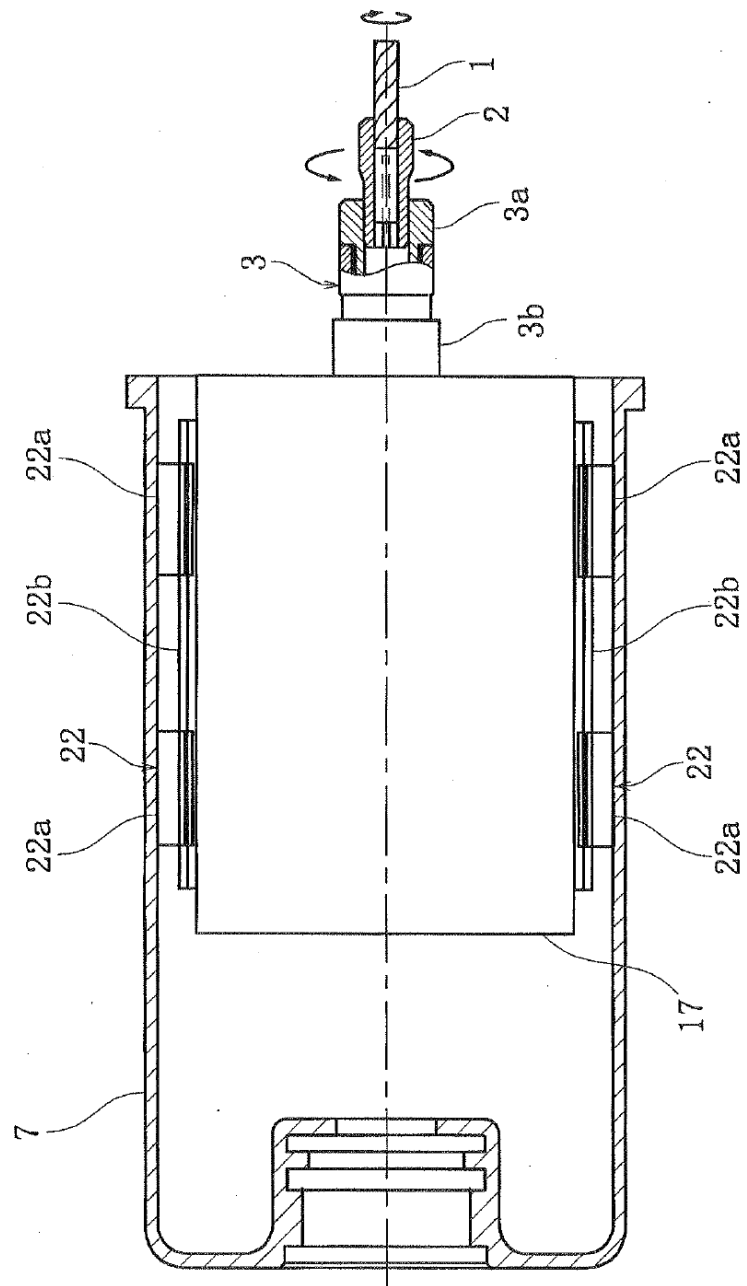
[Fig 10]



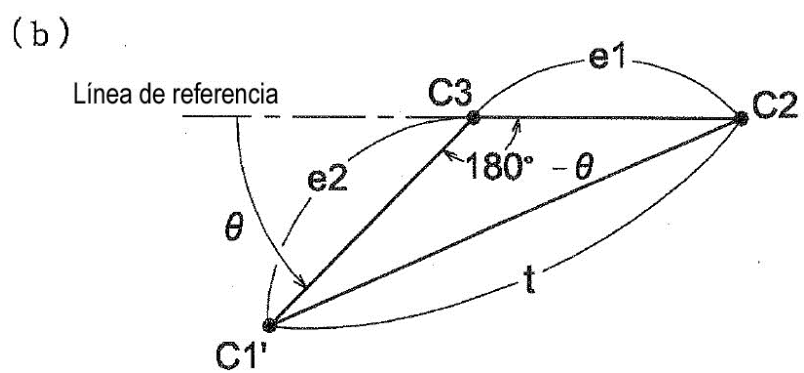
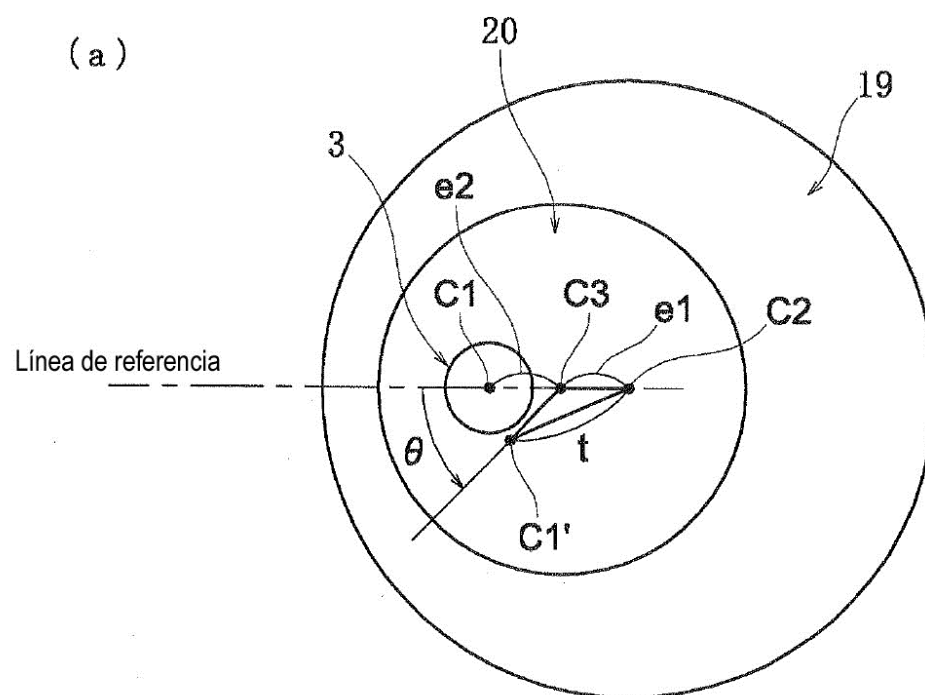
[Fig 11]



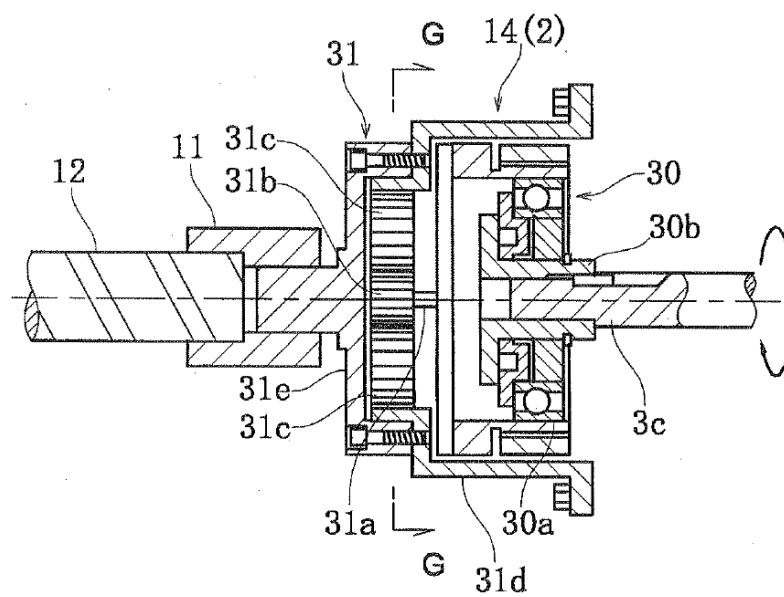
[Fig 12]



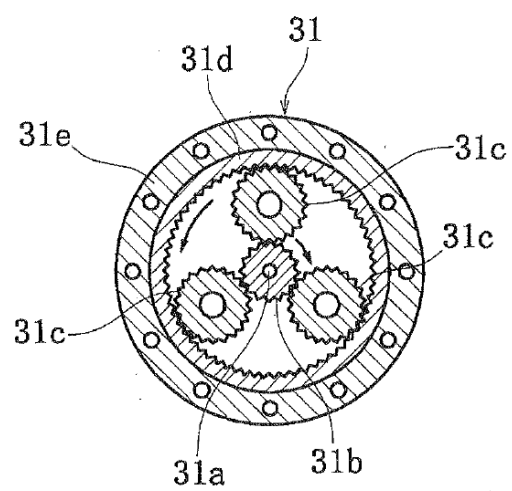
[Fig 13]



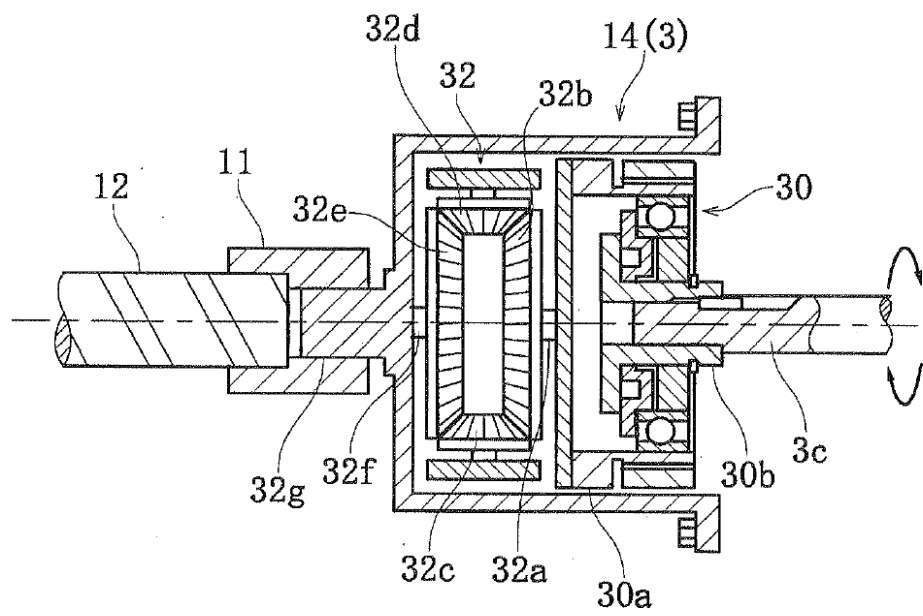
[Fig 14]



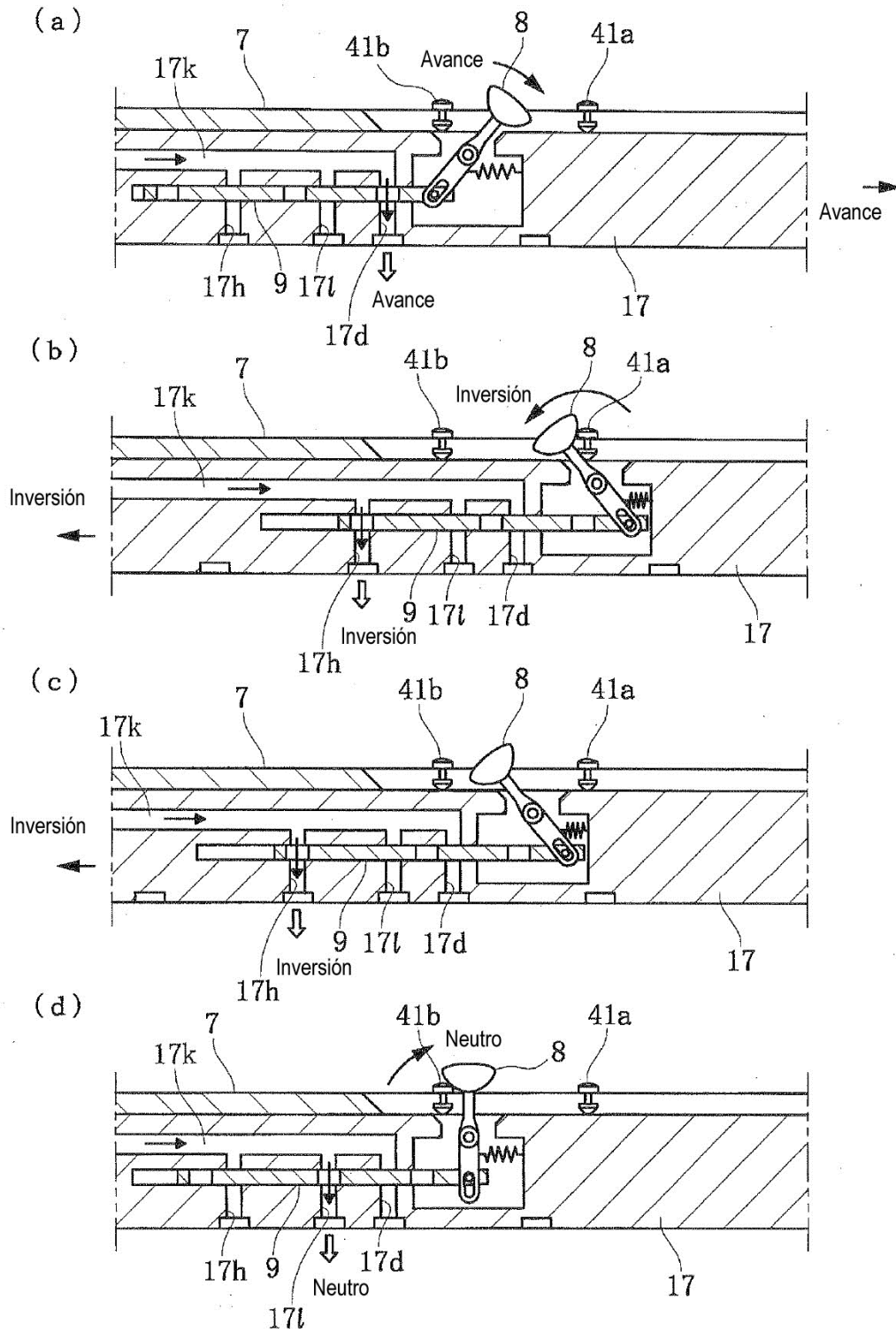
[Fig 15]



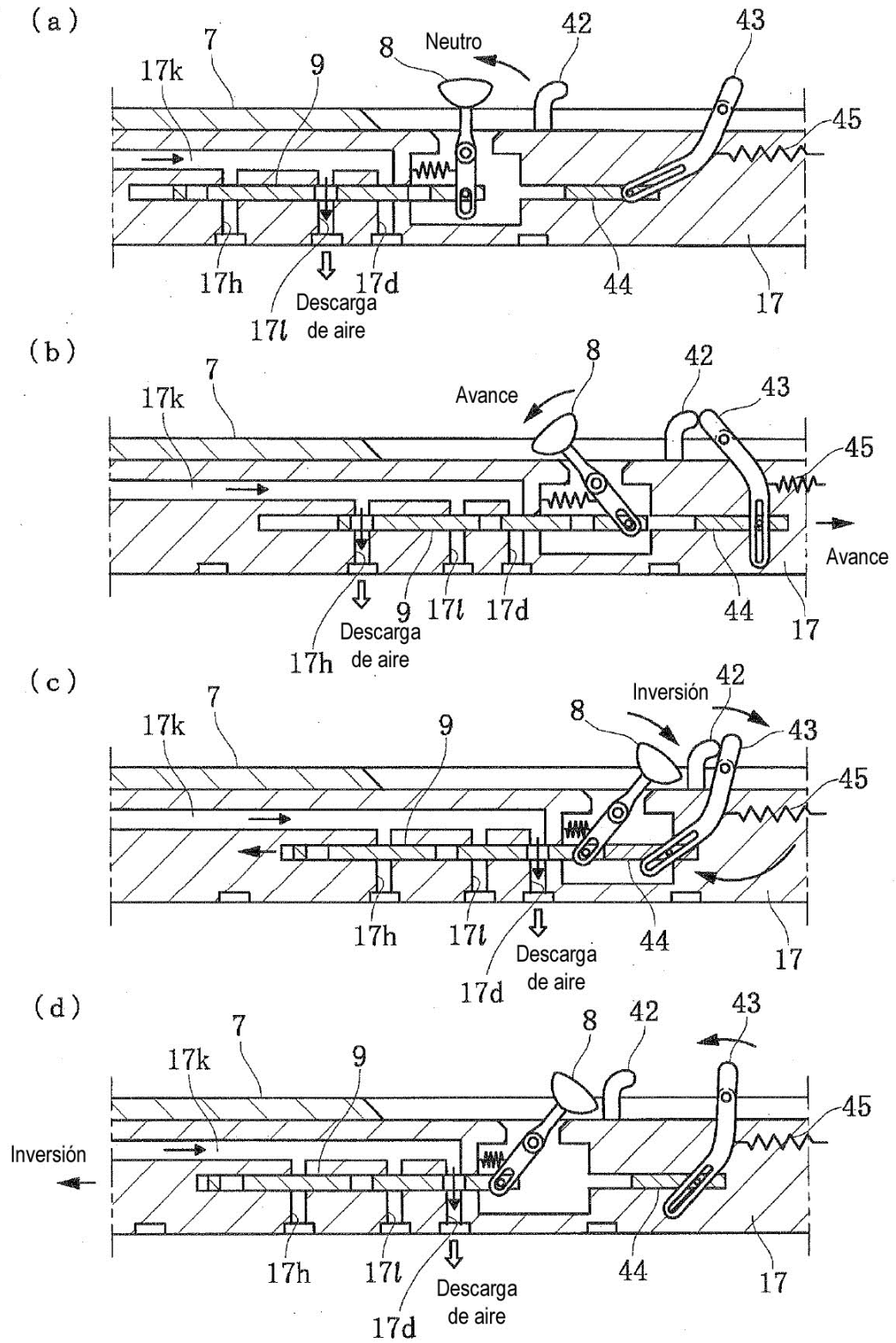
[Fig 16]



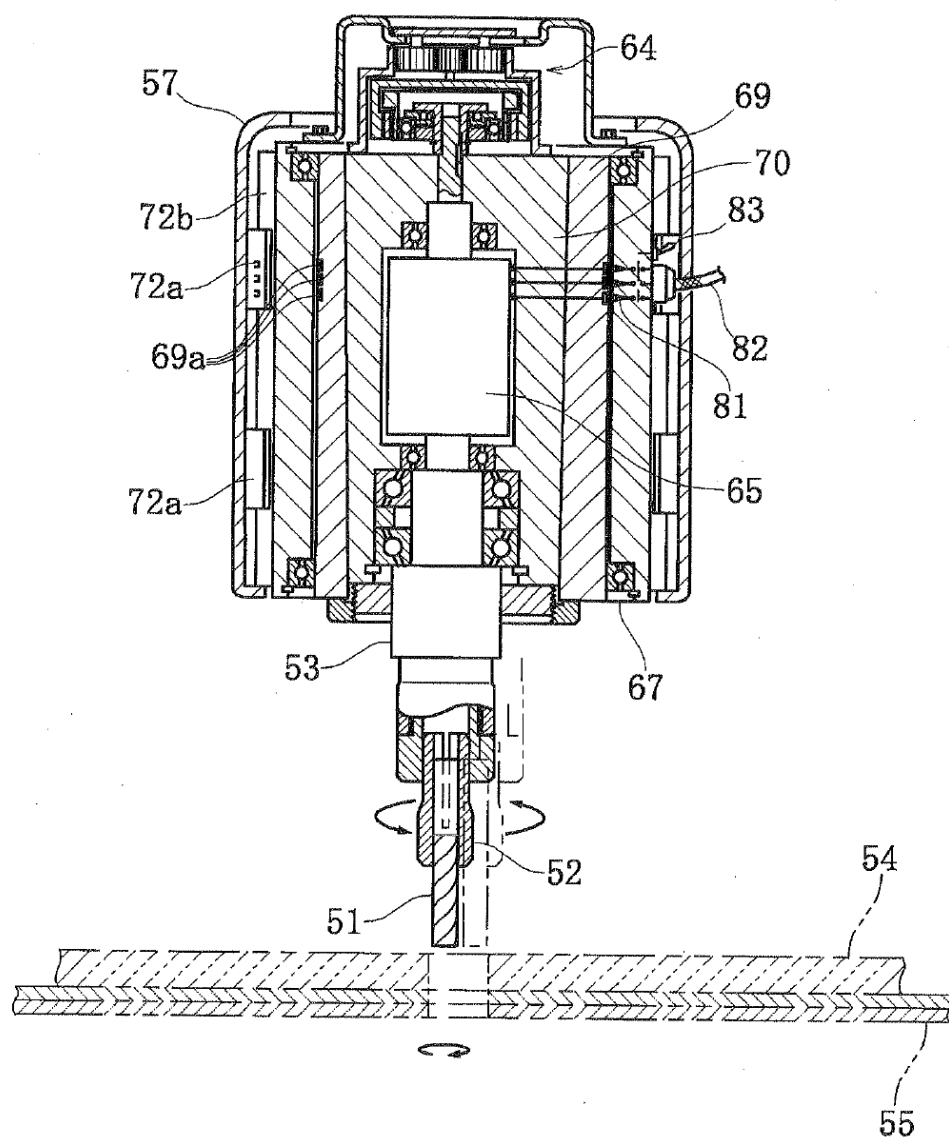
[Fig 17]



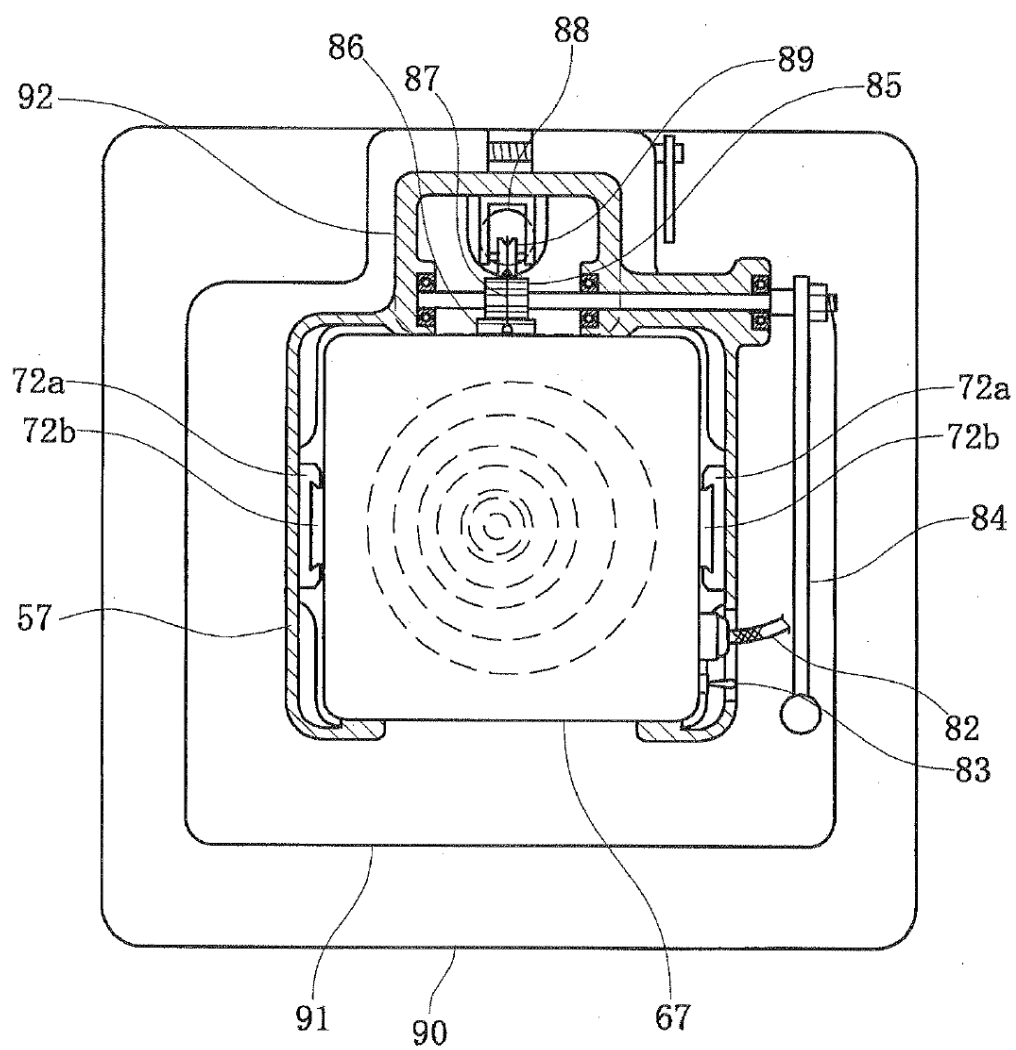
[Fig 18]



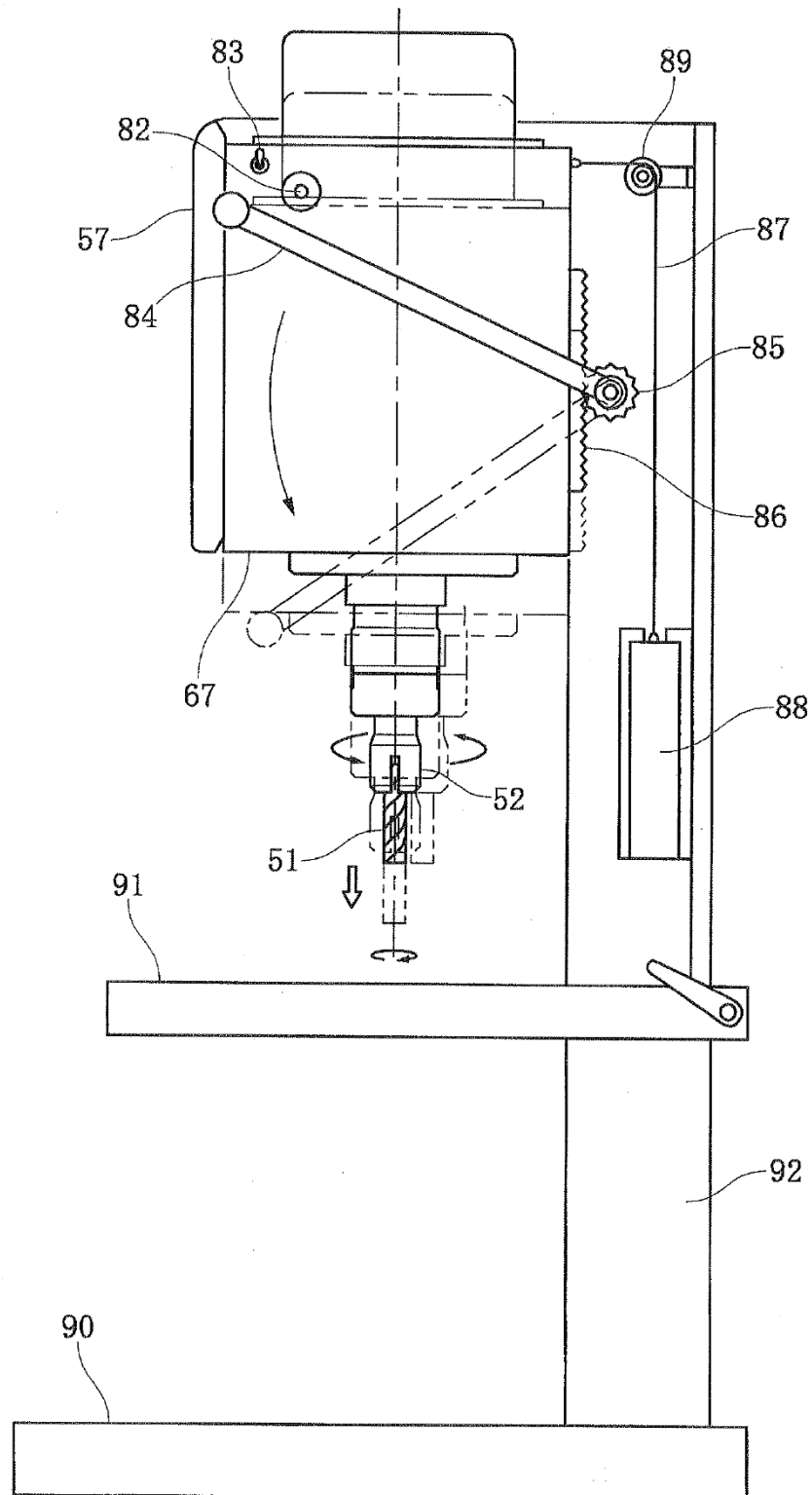
[Fig 19]



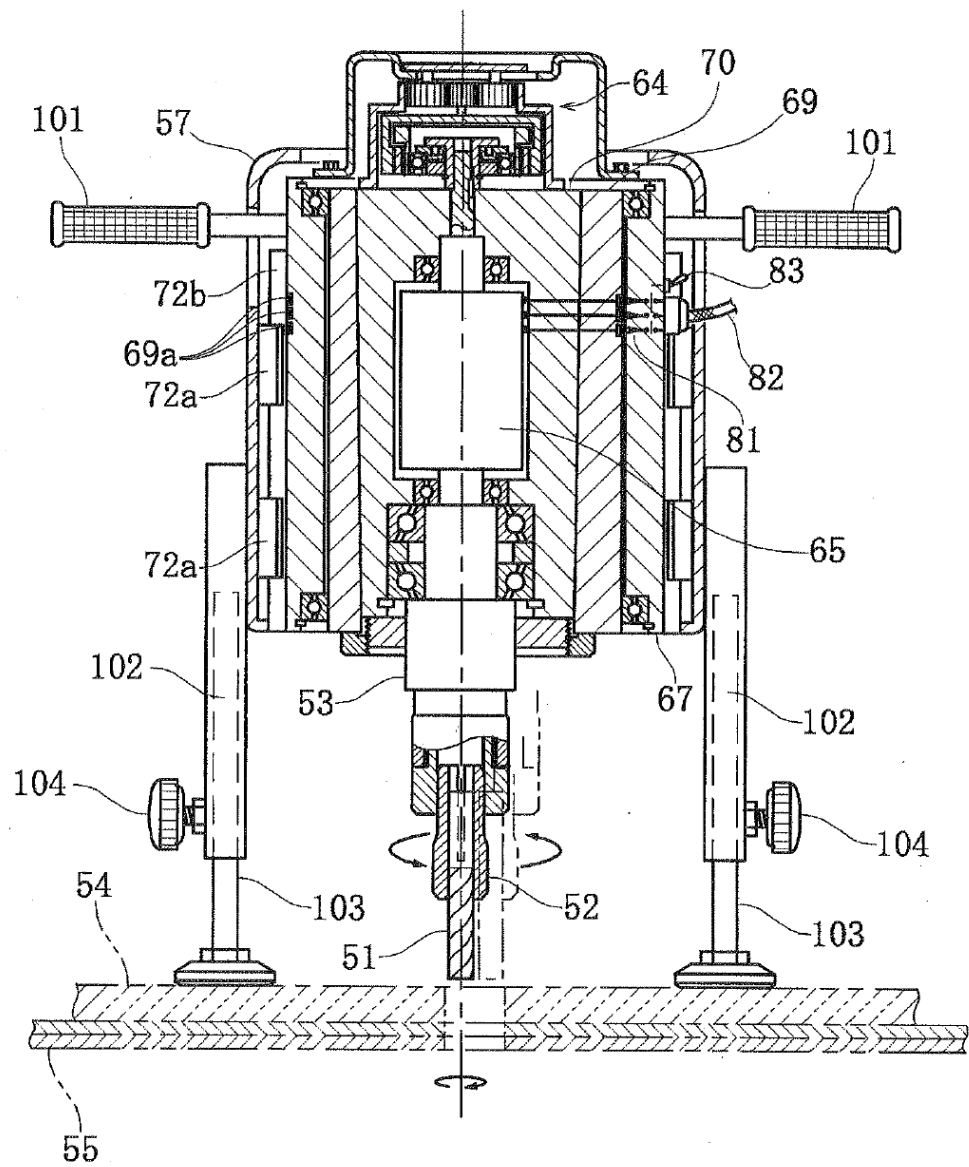
[Fig 20]



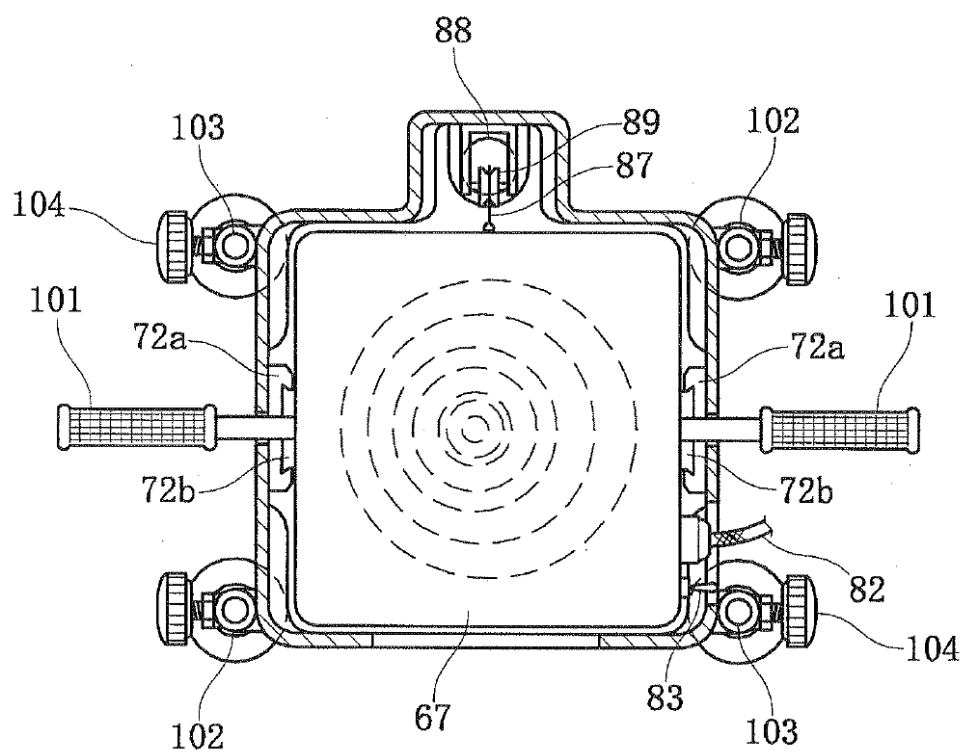
[Fig 21]



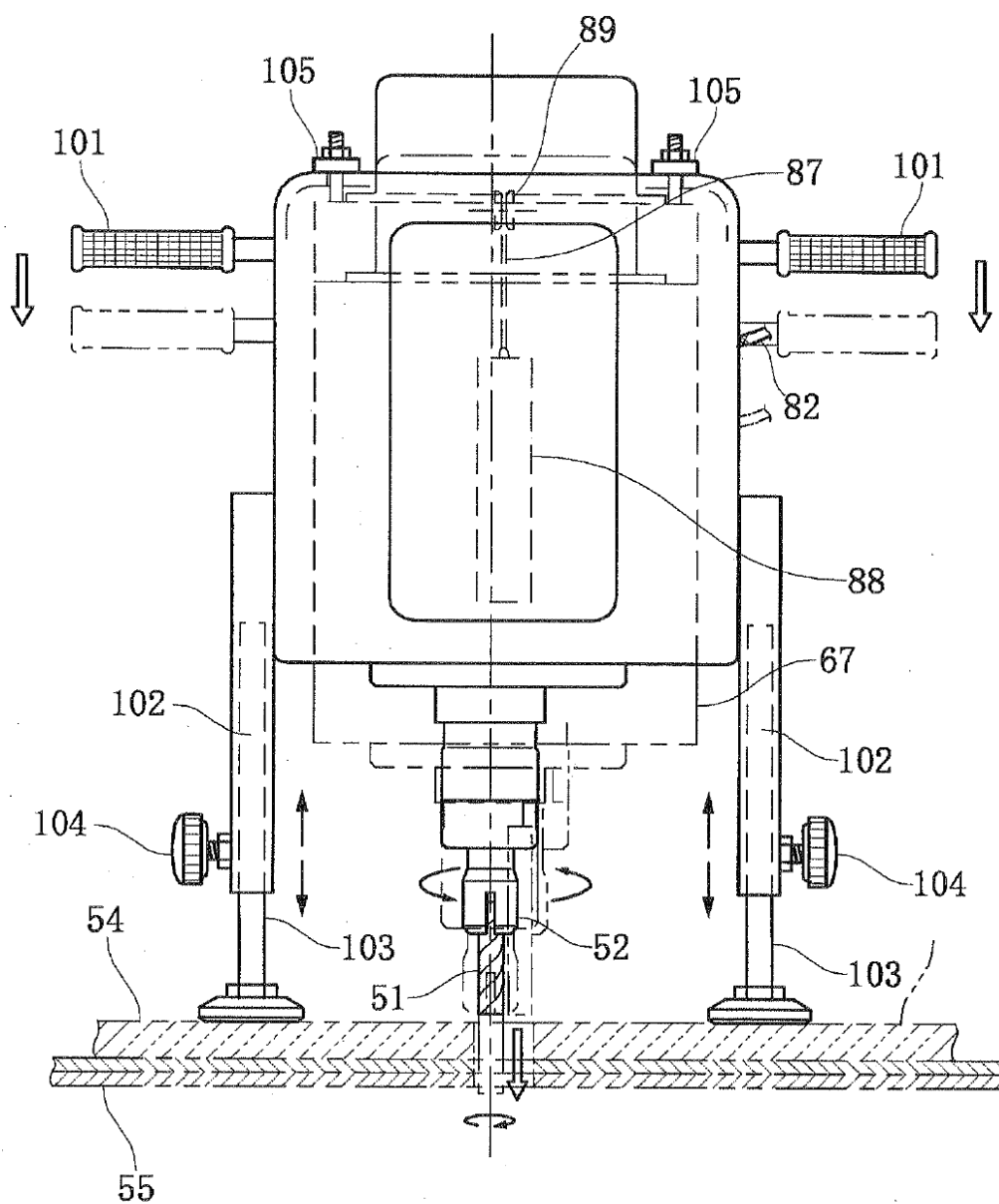
[Fig 22]



[Fig 23]



[Fig 24]



[Fig 25]

