

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 103**

21 Número de solicitud: 201531270

51 Int. Cl.:

H05B 6/38 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

04.09.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.04.2017

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2016/070326

71 Solicitantes:

**GH ELECTROTERMIA, S.A. (100.0%)
Vereda Real, s/nº
46184 SAN ANTONIO DE BENAGEBER (Valencia)
ES**

72 Inventor/es:

MORATALLA MARTINEZ, Pedro

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO PARA EL TEMPLE DE ANILLOS METÁLICOS POR INDUCCIÓN**

57 Resumen:

Sistema y método para el temple de anillos metálicos por inducción tal que comprende: dos cabezales, unido cada cabezal a un medio inductor; un sistema de aproximación vertical de los dos medios inductores al anillo metálico; un sistema de aproximación horizontal de los dos medios inductores a unas paredes de una superficie interior del anillo metálico y un circuito oscilante, donde el sistema está configurado para que: el sistema de aproximación vertical desplace simultáneamente en sentido vertical los dos medios inductores hasta introducirlos dentro del anillo metálico; el sistema de aproximación horizontal separe entre sí en sentido horizontal los dos medios inductores para aproximar cada medio inductor a las paredes de la superficie interior del anillo metálico para calentarlo durante un tiempo preestablecido, y para desplazar verticalmente a los dos medios inductores de forma simultánea hasta llevarlos a una posición de ducha para obtener el temple del anillo metálico.

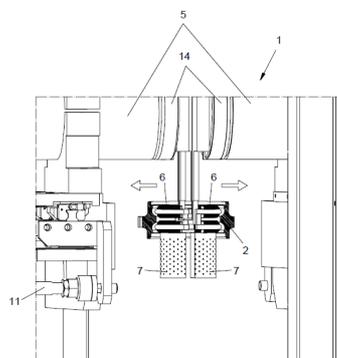


FIG. 2.2

ES 2 608 103 A1

SISTEMA Y MÉTODO PARA EL TEMPLE DE ANILLOS METÁLICOS POR INDUCCIÓN
DESCRIPCIÓN

OBJETO DE LA INVENCION

5 El objeto de la presente invención se refiere a un nuevo sistema y a un nuevo método para el temple de anillos por inducción.

Encuentra especial aplicación en el ámbito de la industria aeroespacial, automoción, forja, ferrocarril, construcción naval, etc.

10

PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER Y ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Hoy en día son conocidos multitud de procesos desarrollados para realizar temples por inducción de piezas, concretamente de pistas de outer rings (anillos metálicos, componentes del sistema de transmisión de un vehículo). Estas piezas poseen unas zonas concretas
15 donde se aplica el temple por inducción, pudiendo variar en longitud y profundidad de temple según el modelo.

Tradicionalmente el temple de pistas de anillos metálicos se realiza con el método que se describe a continuación:

- 20
- Paso 1.- Aproximación del inductor a la pieza en sentido vertical.
 - Paso 2.- Una vez aproximado el inductor verticalmente, éste se desplaza horizontalmente para aproximarle a las paredes de la superficie interior de la pieza.
 - Paso 3.- Calentar el volumen a templar durante un tiempo preestablecido hasta conseguir la temperatura de austenización.

25

 - Paso 4.- Desplazar horizontalmente y verticalmente el inductor hasta llevarlo a la posición de ducha.
 - Paso 5.- Duchar la pieza (enfriarla) el tiempo necesario hasta obtener el temple.

En el método convencional descrito anteriormente, el inductor (un único inductor) que se
30 inserta en la pieza a calentar tiene un diámetro inferior al diámetro interior de la pieza, por lo tanto, como la distancia inductor–pieza es elevada, el inductor se tiene que ir desplazando horizontalmente para aproximarse a las paredes de la pieza y poder calentar así homogéneamente la superficie interior de la pieza. Sin embargo, el inductor,

inevitablemente, al acercarse a unas paredes de la superficie interior se distancia de otras, perdiendo así eficiencia.

Se explican a continuación las desventajas del proceso anterior:

5

1. Poca eficiencia del inductor. La mayor parte del inductor trabaja con una distancia inductor- pieza elevada, con lo que gran parte de la energía es absorbida por el mismo inductor.
2. Tiempo de permanencia reducido. Al tener poca sección efectiva (120 grados) del inductor enfrentada a la pista de la pieza, la densidad de potencia debe ser elevada, por lo que el tiempo de permanencia de la pieza con el inductor tiene que ser reducido, para evitar posibles sobrecalentamientos.
3. Tiempos totales de calentamientos largos. Es necesario utilizar tiempos de calentamientos largos para no sobrecalentar la superficie debido al reducido tiempo de permanencia del inductor.
4. Corta vida útil del inductor. Al trabajar distanciado de la pieza, el concentrador magnético sufre un stress térmico elevado, reduciendo su vida útil.

10

15

20

25

En cambio, el sistema de la presente invención, como se verá más adelante, en lugar de comprender un único inductor, comprende dos medios inductores dispuestos en contraposición que mediante un sistema de aproximación horizontal se separan horizontalmente entre sí, pudiéndose aproximar de este modo cada medio inductor lo máximo posible a las paredes de la superficie interior del anillo metálico a calentar, de manera que ahora como la distancia entre cada medio inductor y la pieza es muy reducida la eficiencia en el proceso del calentamiento es elevada.

Por tanto, la presente invención viene a solucionar los problemas del estado de la técnica anteriormente mencionados, proporcionando un sistema y un método que presentan las siguientes ventajas:

30

1. El nuevo inductor, formado por dos medios inductores, permite una mayor eficiencia de calentamiento. La distancia inductor-pieza es muy reducida, permitiendo transmitir energía a la pieza con una eficiencia elevada.
2. Tiempo de permanencia elevado. La sección efectiva (300 grados) de los dos medios inductores enfrentada a la pista de la pieza es mayor, por lo tanto al

tener más sección efectiva, la densidad de potencia puede ser menor y así el tiempo de permanencia de la pieza con el inductor puede ser mayor, evitando posibles sobrecalentamientos.

3. Tiempos totales de calentamiento reducidos. Al poder aplicar más energía a la pieza en el mismo tiempo, el tiempo de calentamiento se puede reducir.
4. Tiempo de vida elevado. El tiempo de vida de la pieza y el inductor es mayor, ya que la densidad de corriente y el stress térmico se reduce al aumentar la eficiencia y trabajar el inductor más próximo a la pieza.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Un primer objeto de la invención se refiere a un sistema para el temple de anillos metálicos por inducción tal que comprende: dos cabezales dispuestos en contraposición, donde cada cabezal está unido a un medio inductor; un sistema de aproximación vertical simultáneo de los dos cabezales junto con los dos medios inductores al anillo metálico; un sistema de aproximación horizontal simultáneo de los dos cabezales junto con los dos medios inductores a unas paredes de una superficie interior del anillo metálico; un circuito oscilante conectado a los dos medios inductores, que fija una frecuencia de trabajo del sistema, donde el sistema está configurado para que: el sistema de aproximación vertical desplace simultáneamente en sentido vertical los dos medios inductores hasta introducirlos dentro del anillo metálico; el sistema de aproximación horizontal separe entre sí en sentido horizontal los dos medios inductores para aproximar cada medio inductor a las paredes de la superficie interior del anillo metálico para calentarlo durante un tiempo preestablecido, y para desplazar verticalmente a los dos medios inductores de forma simultánea hasta llevarlos a una posición de ducha para obtener el temple del anillo metálico.

El sistema de aproximación vertical comprende unos primeros medios de guiado para desplazar verticalmente cada cabezal con su respectivo medio inductor, y el sistema de aproximación horizontal comprende unos segundos medios de guiado para desplazar horizontalmente cada cabezal con su respectivo medio inductor.

Cada medio inductor comprende en un extremo inferior medio dispositivo de duchado.

Un segundo objeto de la invención se refiere a un método para el temple de anillos metálicos por inducción que hace uso del sistema anterior, tal que comprende las siguientes

fases: desplazar simultáneamente en sentido vertical mediante el sistema de aproximación vertical los dos cabezales dispuestos en contraposición, cada uno con su respectivo medio inductor hasta introducir sendos medios inductores en contraposición dentro del anillo metálico a calentar, estando dichos medios inductores en posición de reposo; aproximar
5 horizontalmente los dos medios inductores a las paredes de la superficie interior del anillo metálico mediante el sistema de aproximación horizontal; inyectar corriente a los dos medios inductores para calentar el anillo metálico durante un tiempo preestablecido hasta conseguir la temperatura de austenización; devolver sendos medios inductores a la posición de reposo y desplazarlos verticalmente de forma simultánea hasta llevarlos a la posición de ducha; y
10 duchar el anillo metálico con los dos medios dispositivos de duchado hasta obtener el temple.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para completar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las
15 características de la invención, se acompaña a esta memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, un conjunto de dibujos en dónde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1a.- Muestra el anillo metálico, componente de un sistema de transmisión de un
20 vehículo, objeto del temple por inducción.

Figura 1b.- Muestra las zonas susceptibles del anillo metálico sobre las que se va a realizar el temple por inducción, pudiendo variar en longitud y profundidad de temple según el modelo.

Figura 1.1- Muestra la aproximación de un inductor convencional al anillo metálico en
25 sentido vertical.

Figura 1.2- Muestra el inductor convencional una vez insertado en el anillo metálico. Se observa como el diámetro del inductor es inferior al diámetro inferior del anillo metálico para poder librar las interferencias mecánicas, por lo que el inductor convencional se tiene que desplazar horizontalmente para aproximarse a las paredes de la superficie interior del anillo
30 metálico.

Figura 1.3- Muestra en detalle el diseño del inductor convencional.

Figura 1.4- Muestra el calentamiento de las zonas susceptibles del anillo metálico durante un tiempo preestablecido hasta conseguir la temperatura de austenización, donde se

observa como el inductor convencional se aproxima a la pared interna derecha para calentarla, teniéndose que alejar de la pared interna izquierda.

Figura 1.5- Muestra como el inductor convencional se desplaza horizontalmente y verticalmente hasta llevarlo a la posición de ducha hasta obtener el temple.

5 Figura 1.6- Muestra la sección efectiva (120 grados) del inductor convencional enfrentada a la pista del anillo metálico.

Figura 2.- Muestra la mitad del sistema para el temple por inducción de la presente invención donde se observa el conjunto del sistema de aproximación vertical y el sistema de aproximación horizontal junto con uno de los cabezales, donde cada cabezal esta unido a un medio inductor. A su vez el medio inductor está unido a medio dispositivo de duchado.

10 Figura 2.1.- Muestra como los dos medios inductores en contraposición descienden y se introducen dentro del anillo metálico a calentar, estando dichos medios inductores en posición de reposo.

Figura 2.2.- Muestra como los dos medios inductores en contraposición se separan horizontalmente entre sí, gracias al sistema de aproximación horizontal, de modo que cada medio inductor se aproxima lo máximo posible a las paredes de la superficie interior del anillo metálico a calentar.

Figura 2.3.- Muestra los dos medios inductores en posición de trabajo, es decir, una vez expandidos y muy próximos a las paredes del anillo metálico a calentar.

20 Figura 2.4.- Muestra como los dos medios inductores una vez de vuelta a la posición de reposo, son desplazados verticalmente de forma simultánea hasta llevarlos a la posición de ducha.

Figura 2.5.- Muestra como se ducha el anillo metálico hasta obtener el temple.

Figura 2.6.- Muestra el circuito oscilante.

25 Figura 2.7- Muestra la sección efectiva (300 grados) de los dos medios inductores de la presente invención enfrentada a la pista del anillo metálico.

A continuación se proporciona una lista de los distintos elementos representados en las figuras que integran la invención:

30

1. Sistema para el temple de anillos por inducción.
2. Anillo metálico.
3. Zonas susceptibles del anillo metálico.
4. Inductor convencional.

5. Cabezal.
6. Medio inductor.
7. Medio dispositivo de duchado.
8. Sistema de aproximación vertical.
- 5 9. Sistema de aproximación horizontal.
10. Primeros medios de guiado.
11. Segundos medios de guiado.
12. Circuito oscilante.
13. Condensadores.
- 10 14. Transformadores de salida.
15. Generador de corriente.
16. Sección efectiva del inductor convencional enfrentada a la pista del anillo metálico.
17. Sección efectiva de los dos medios inductores enfrentada a la pista del anillo metálico.
- 15 18. Transformador de corriente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 El objeto de la presente invención se refiere a un sistema (1) y a un método desarrollados para llevar a cabo el temple de anillos metálicos por inducción.

El sistema (1) para el temple de anillos metálicos (2) por inducción comprende:

- 25 - un generador de corriente (15): que convierte la energía obtenida de la red eléctrica convencional en señal de media o alta frecuencia apta para la alimentación del sistema (1);
 - un circuito oscilante (12): que fija la frecuencia de trabajo del sistema (1), permitiendo que el calentamiento presente unas características acordes con el proceso a conseguir.
- Esencialmente, el circuito oscilante (12) se compone de uno o varios condensadores (13) cuyo número y tipo depende de las características eléctricas del circuito oscilante (12) a establecer y de un transformador de corriente (18);
- 30 - transformadores de salida (14): define el factor de multiplicación de la impedancia del inductor, y junto con los condensadores (13) fija la frecuencia de funcionamiento

del circuito oscilante (12). En este caso se utilizan dos transformadores de salida (14);

5 - dos cabezales (5) dispuestos en contraposición, donde cada cabezal (5) está unido a un medio inductor (6) encargados dichos medios inductores (6) de calentar las zonas susceptibles (3) de las paredes de la superficie interior del anillo metálico (2). A su vez, cada medio inductor (6) está unido a un medio dispositivo de duchado (7);

10 - un sistema de aproximación vertical (8) simultáneo de los dos cabezales (5) junto con los dos medios inductores (6) al anillo metálico (2) a calentar: Encargado de efectuar el movimiento en sentido vertical del conjunto de inductores (6) y transformadores de salida (14). Comprende unos primeros medios de guiado (10), preferentemente unas guías, para desplazar verticalmente cada cabezal (5) con su respectivo medio inductor (6);

15 - un sistema de aproximación horizontal (9) simultáneo de los dos cabezales (5) junto con los dos medios inductores (6) al anillo metálico (2) a calentar: Encargado de efectuar el movimiento en sentido horizontal del conjunto de inductores (6) y transformadores de salida (14). Comprende unos segundos medios de guiado (11), preferentemente unas guías, para desplazar horizontalmente cada cabezal (5) con su respectivo medio inductor (6)

20 donde:

25 - en un primer paso los primeros medios de guiado (10) del sistema de aproximación vertical (8) permiten que los dos cabezales (5) dispuestos en contraposición, cada uno con su respectivo medio inductor (6), se desplacen simultáneamente en sentido vertical hasta introducir sendos medios inductores (6) en contraposición dentro del anillo metálico (2) a calentar, estando dichos medios inductores (6) en posición de reposo (tan próximos entre sí que es como si de un solo inductor se tratase),

30 - en un segundo paso los segundos medios de guiado (11) del sistema de aproximación horizontal (9) permiten que los dos cabezales (5) dispuestos en contraposición junto con los dos medios inductores (6) se separen entre sí, abriéndose, de modo que cada medio inductor (6) se aproxima a las paredes de la superficie interior del anillo metálico (2) para calentarlos durante un tiempo preestablecido hasta conseguir la temperatura de austenización. Posteriormente, una vez que sendos medios inductores (6) vuelven a la

posición de reposo, éstos son desplazados verticalmente de forma simultánea hasta llevarlos a la posición de ducha para obtener el temple del anillo metálico (2).

5 Como cada medio inductor (6) está unido a su vez a un medio dispositivo de duchado (7), es obvio que los dos medios dispositivos de duchado (7) realizan los mismos movimientos que los medios inductores (6) y que los dos cabezales (5).

10 Los dos medios dispositivos de duchado (7) son piezas metálicas o de material polímero, sobre los cuales se han mecanizado taladros para poder proyectar líquido sobre la superficie a enfriar.

15 Parte del circuito oscilante (12) (condensadores (13) y transformador de corriente (18)), va ubicado, generalmente, en el armario del generador de corriente (15). El transformador de corriente (18) permite adaptar la carga a la potencia de salida del generador de corriente (15).

20 La potencia recibida por cada medio inductor (6) está aproximadamente entre los 75 – 125 kW, mientras que la tensión recibida por cada medio inductor (6) es de unos 75 – 125 Vrms y la corriente recibida en cada medio inductor (6) 4000 – 6500 Irms. La frecuencia de trabajo del sistema (1) de temple por inducción suele estar aproximadamente entre los 11-18 kHz.

25 En la figura 2 se muestra únicamente la mitad del sistema (1) para que se puedan ver en detalle todos sus elementos. Se observa un único cabezal (5) previsto de un medio inductor (6), y un medio dispositivo de duchado (7) unido a su vez al medio inductor (6), mientras que en la figura 2.1 se muestran las dos mitades que componen dicho sistema (1).

30 Inicialmente, los dos medios inductores (6) están en posición de reposo (figura 2.1), es decir, tan próximos horizontalmente entre sí que es como si de un solo inductor se tratase. Mientras los dos medios inductores (6) están en posición de reposo (juntos), el diámetro que forman debe ser inferior al diámetro interior del anillo metálico (2) a calentar para poder ser introducidos en dicho anillo metálico (2) y librar las interferencias mecánicas.

Una vez introducidos sendos medios inductores (6) en contraposición dentro del anillo metálico (2) a calentar (figura 2.2), ambos medios inductores (6) pasan de la posición de

reposo a la posición de trabajo, donde ambos medios inductores (6) mediante el sistema de aproximación horizontal (9) se separan entre sí, abriéndose, para aproximarse cada medio inductor (6) lo máximo posible, entre 1-2 mm, a las paredes de la superficie interior del anillo metálico (2) a calentar. El hecho de que la distancia entre los medios inductores (6) y el anillo metálico (2) a calentar sea igual y tan reducida, permite transmitir energía al anillo metálico (2) con una eficiencia elevada, permitiendo así una mayor eficiencia del calentamiento.

Una vez en la posición de trabajo (figura 2.3), se calienta el anillo metálico (2) durante el tiempo necesario, generalmente entre los 5-8 segundos, para conseguir la temperatura de austenización, aproximadamente entre los 850 – 1050 °C.

Al aproximar lo máximo posible los dos medios inductores (6) a las paredes de la superficie interior del anillo metálico (2) se puede aplicar más energía al anillo metálico (2) en el mismo tiempo, por lo tanto, los tiempos de calentamiento son reducidos, al contrario que con los sistemas actuales. Adicionalmente, la sección efectiva (17) que cubre cada medio inductor (6) enfrentado al anillo metálico (2), es de aproximadamente 150 grados, es decir 300 grados en total con los dos medios inductores (6), mientras que la sección efectiva (16) del inductor convencional (4) cubre solo 120 grados.

Posteriormente, una vez alcanzada la temperatura de austenización, ambos medios inductores (6) vuelven de nuevo a la posición de reposo (juntos) mediante el mismo sistema de aproximación horizontal (9) que los separaba entre sí, y se desplazan ahora verticalmente de forma simultánea mediante el sistema de aproximación vertical (8) hasta llevarlos a la posición de ducha y se mantienen en esta posición de ducha durante el tiempo necesario hasta obtener el temple.

La invención también describe el método para el temple de anillos metálicos (2) por inducción, donde el método comprende las siguientes etapas:

- i) desplazar simultáneamente en sentido vertical mediante el sistema de aproximación vertical (8) los dos cabezales (5) dispuestos en contraposición, cada uno con su respectivo medio inductor (6) hasta introducir sendos medios inductores (6) en contraposición dentro del anillo

metálico (2) a calentar, estando dichos medios inductores (6) en posición de reposo,

5 ii) aproximar horizontalmente los dos medios inductores (6) a las paredes de la superficie interior del anillo metálico (2) mediante el sistema de aproximación horizontal (9),

iii) inyectar corriente a los dos medios inductores (6) para calentar el anillo metálico (2) durante un tiempo preestablecido hasta conseguir la temperatura de austenización,

10 iv) devolver sendos medios inductores (6) a la posición de reposo y desplazarlos verticalmente de forma simultánea hasta llevarlos a la posición de ducha,

v) duchar el anillo metálico (2) con los dos medios dispositivos de duchado (7) hasta obtener el temple.

15 Este método permite que el tiempo de vida tanto del anillo metálico (2) como de los medios inductores (6) sea mayor, ya que la densidad de corriente y el stress térmico se reduce al aumentar la eficiencia y trabajar los medios inductores (6) más próximos a las paredes del anillo metálico (2).

20 La presente invención no debe verse limitada a la forma de realización aquí descrita. Otras configuraciones pueden ser realizadas por los expertos en la materia a la vista de la presente descripción. En consecuencia, el ámbito de la invención queda definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (1) para el temple de anillos metálicos (2) por inducción **caracterizado por** que comprende:

- 5 - dos cabezales (5) dispuestos en contraposición, donde cada cabezal (5) está unido a un medio inductor (6),
- un sistema de aproximación vertical (8) simultáneo de los dos cabezales (5) junto con los dos medios inductores (6) al anillo metálico (2),
- 10 - un sistema de aproximación horizontal (9) simultáneo de los dos cabezales (5) junto con los dos medios inductores (6) a unas paredes de una superficie interior del anillo metálico (2), y
- un circuito oscilante (12) que fija una frecuencia de trabajo del sistema (1),

donde el sistema (1) está configurado para que:

- 15 - el sistema de aproximación vertical (8) desplace simultáneamente en sentido vertical los dos medios inductores (6) hasta introducirlos dentro del anillo metálico (2),
- el sistema de aproximación horizontal (9) separe entre sí en sentido horizontal los dos medios inductores (6) para aproximar cada medio inductor (6) a las paredes de la superficie interior del anillo metálico (2) para calentarlo durante un tiempo preestablecido, y
- 20 - desplazar verticalmente a los dos medios inductores (6) de forma simultánea hasta llevarlos a una posición de ducha para obtener el temple del anillo metálico (2).

2. Sistema (1) para el temple de anillos metálicos (2) por inducción según la reivindicación 1, **caracterizado por** que el sistema de aproximación vertical (8) comprende unos primeros medios de guiado (10) para desplazar verticalmente cada cabezal (5) con su
25 respectivo medio inductor (6).

3. Sistema (1) para el temple de anillos metálicos (2) por inducción según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por** que el sistema de aproximación horizontal (9) comprende unos segundos medios de guiado (11) para desplazar horizontalmente cada
30 cabezal (5) con su respectivo medio inductor (6).

4. Sistema (1) para el temple de anillos metálicos (2) por inducción según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** que cada medio inductor (6) comprende en un extremo inferior medio dispositivo de duchado (7).

5. Método para el temple de anillos metálicos (2) por inducción que hace uso del sistema (1) definido en las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por** que comprende las siguientes fases:

5

i) desplazar simultáneamente en sentido vertical mediante el sistema de aproximación vertical (8) los dos cabezales (5) dispuestos en contraposición, cada uno con su respectivo medio inductor (6) hasta introducir sendos medios inductores (6) en contraposición dentro del anillo metálico (2) a calentar, estando dichos medios inductores (6) en posición de reposo,

10

ii) aproximar horizontalmente los dos medios inductores (6) a las paredes de la superficie interior del anillo metálico (2) mediante el sistema de aproximación horizontal (9),

15

iii) inyectar corriente a los dos medios inductores (6) para calentar el anillo metálico (2) durante un tiempo preestablecido hasta conseguir una temperatura de austenización,

20

iv) devolver sendos medios inductores (6) a la posición de reposo y desplazarlos verticalmente de forma simultánea hasta llevarlos a una posición de ducha,

v) duchar el anillo metálico (2) con los dos medios dispositivos de duchado (7) hasta obtener el temple.

25

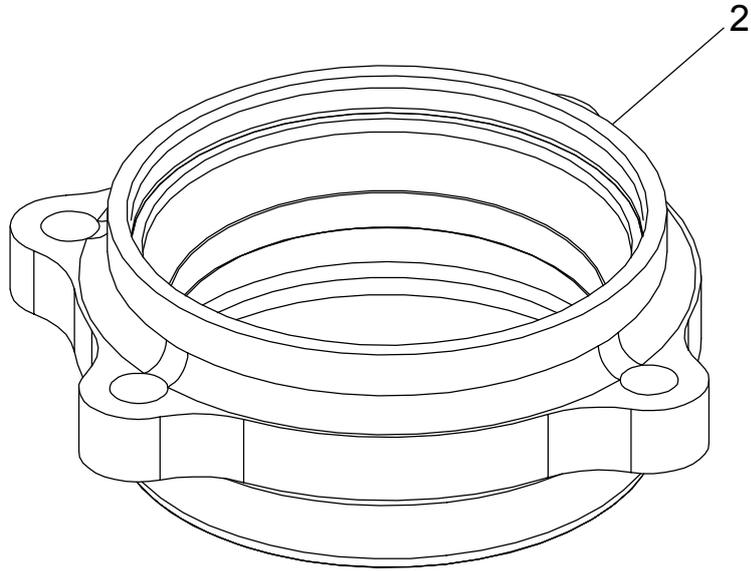


FIG. 1a

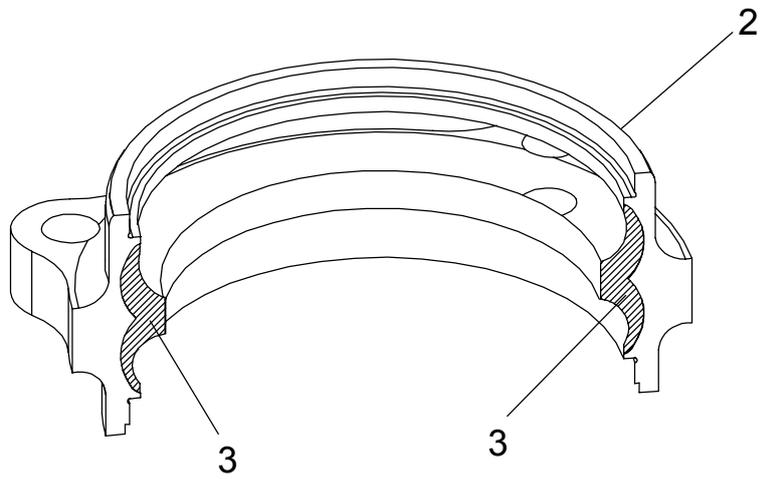


FIG. 1b

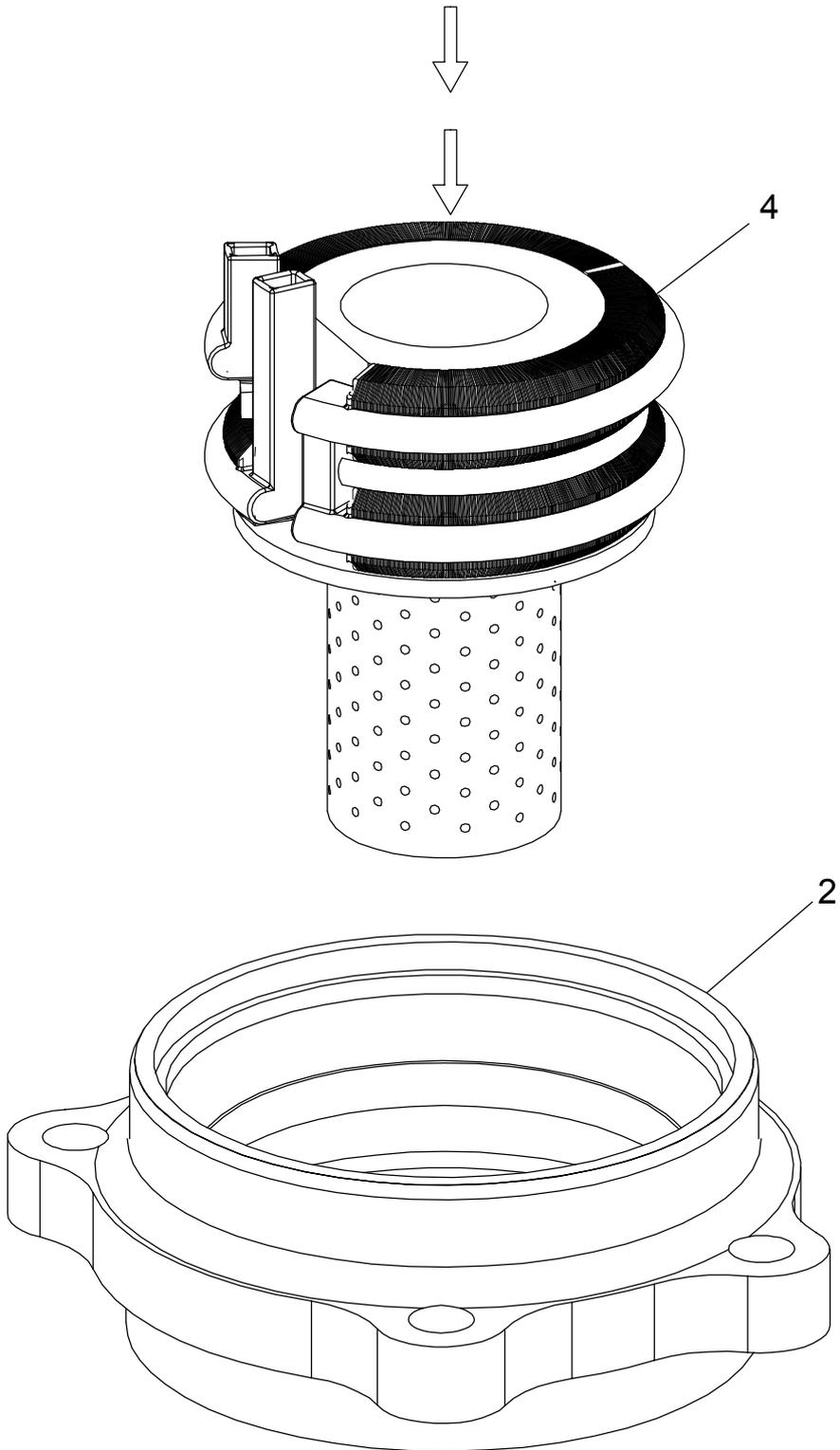


FIG. 1.1

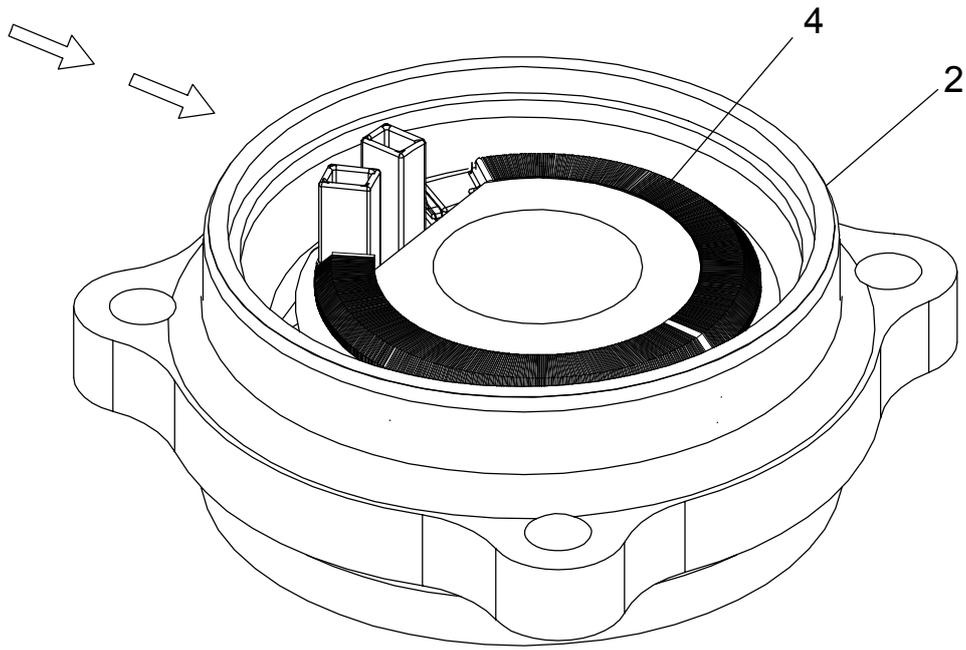


FIG. 1.2

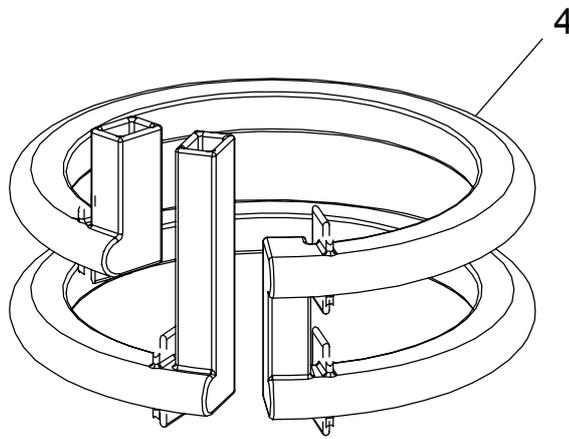


FIG. 1.3

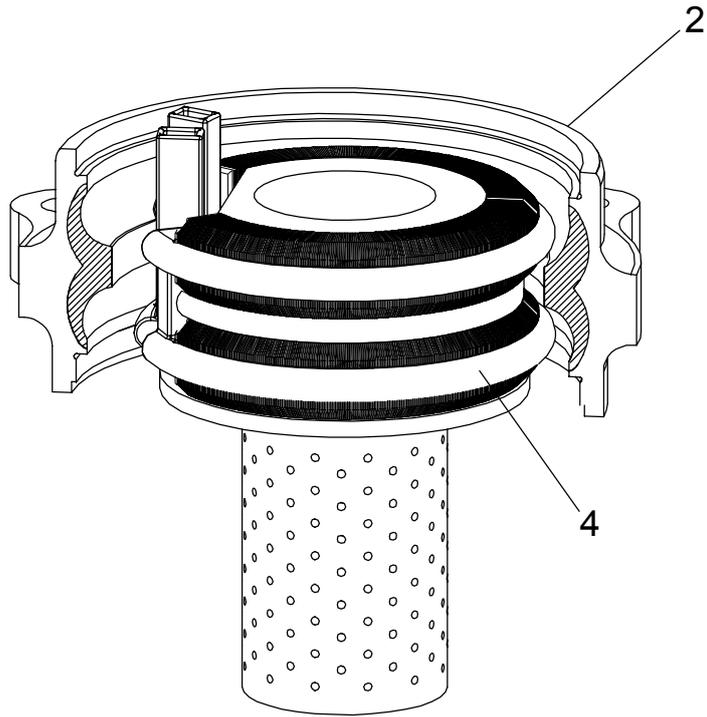


FIG. 1.4

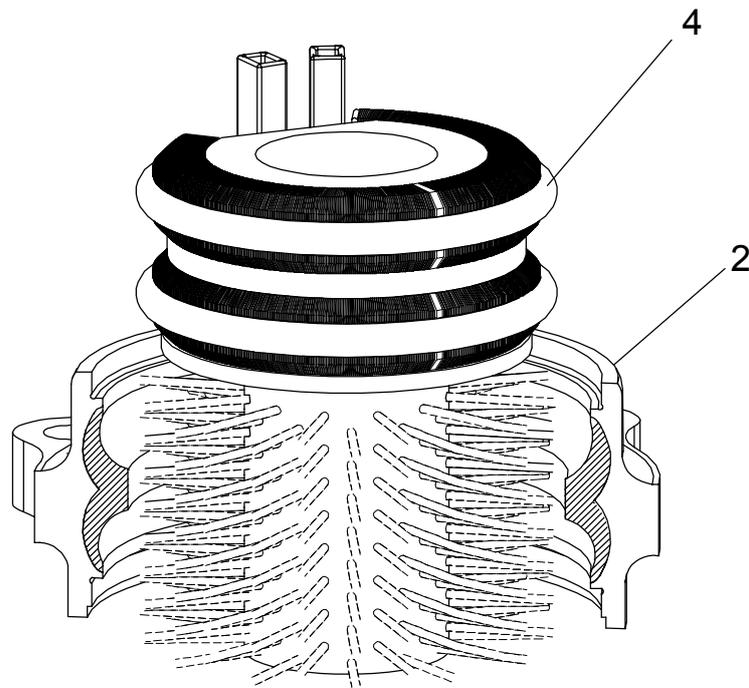


FIG. 1.5

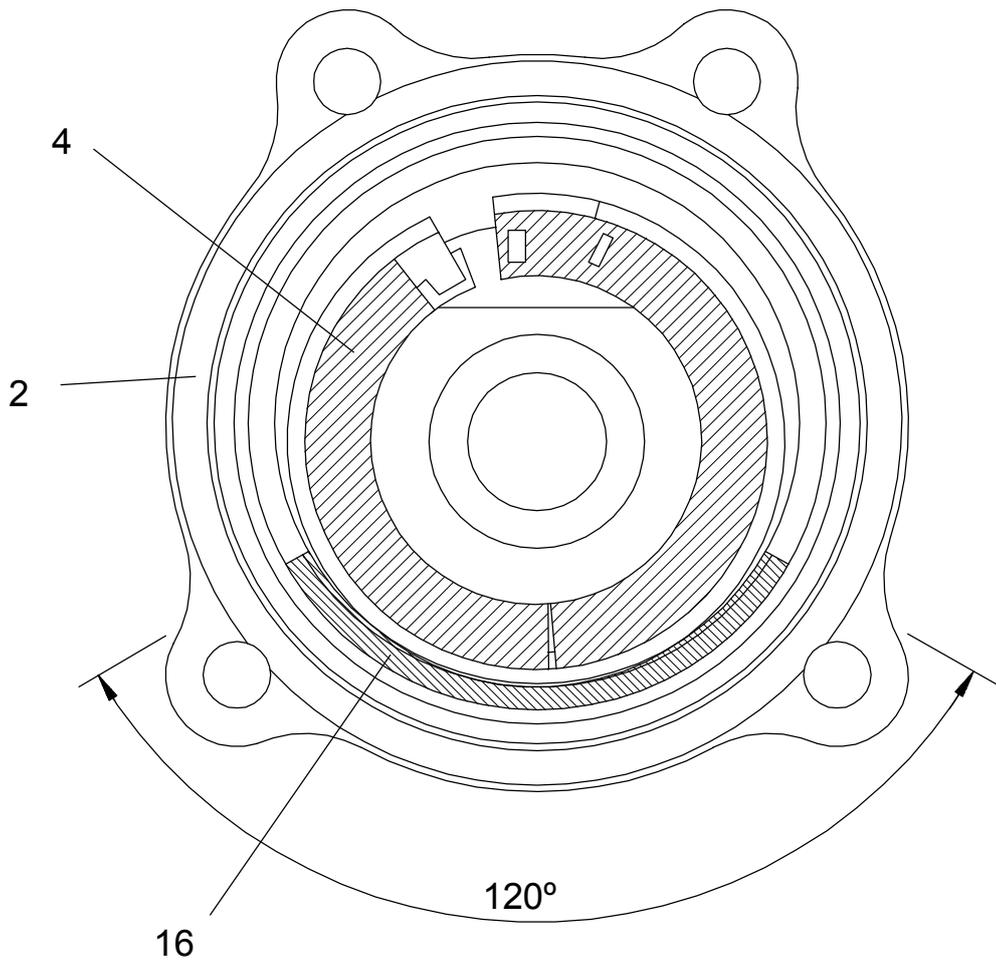


FIG. 1.6

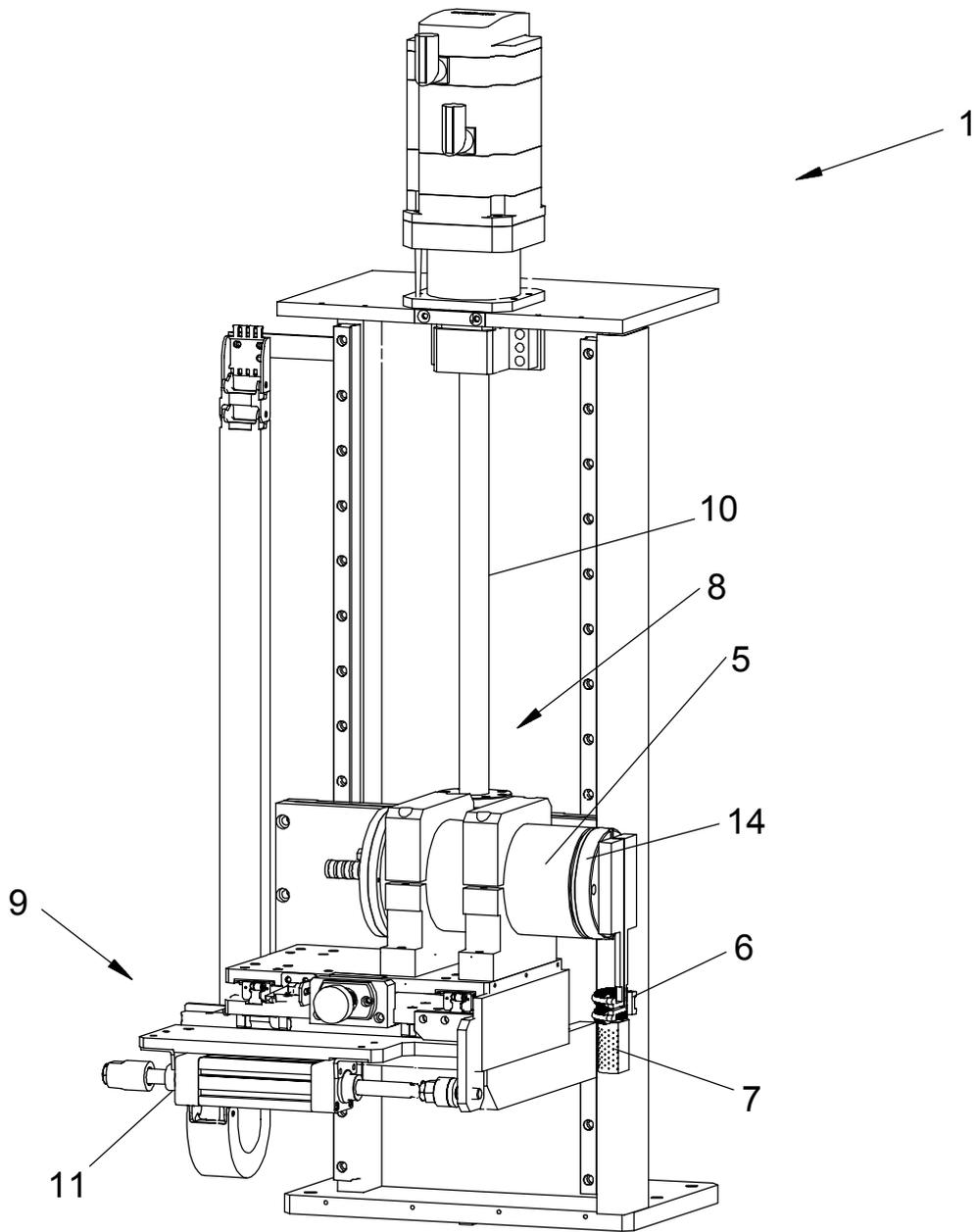


FIG. 2

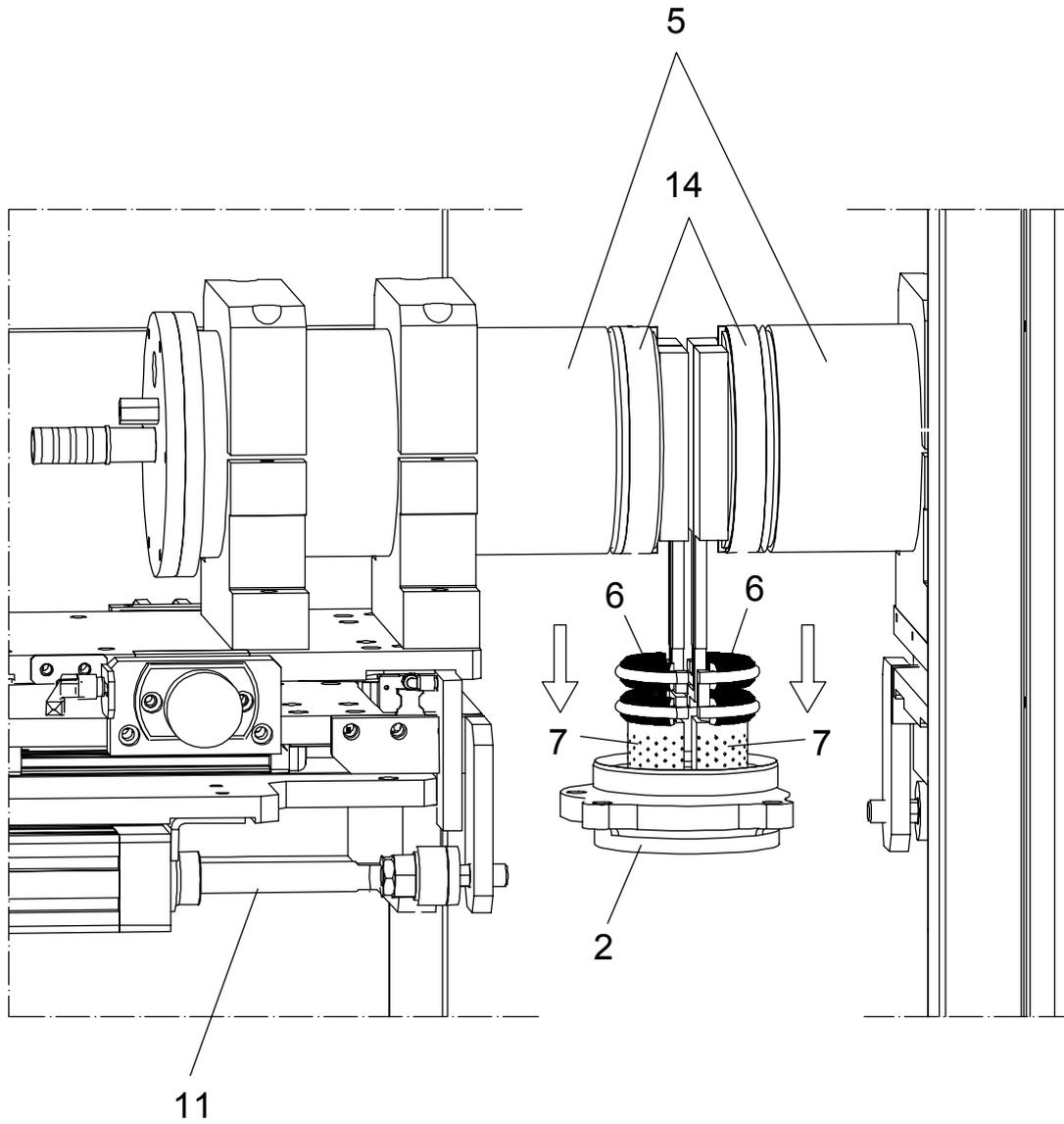


FIG. 2.1

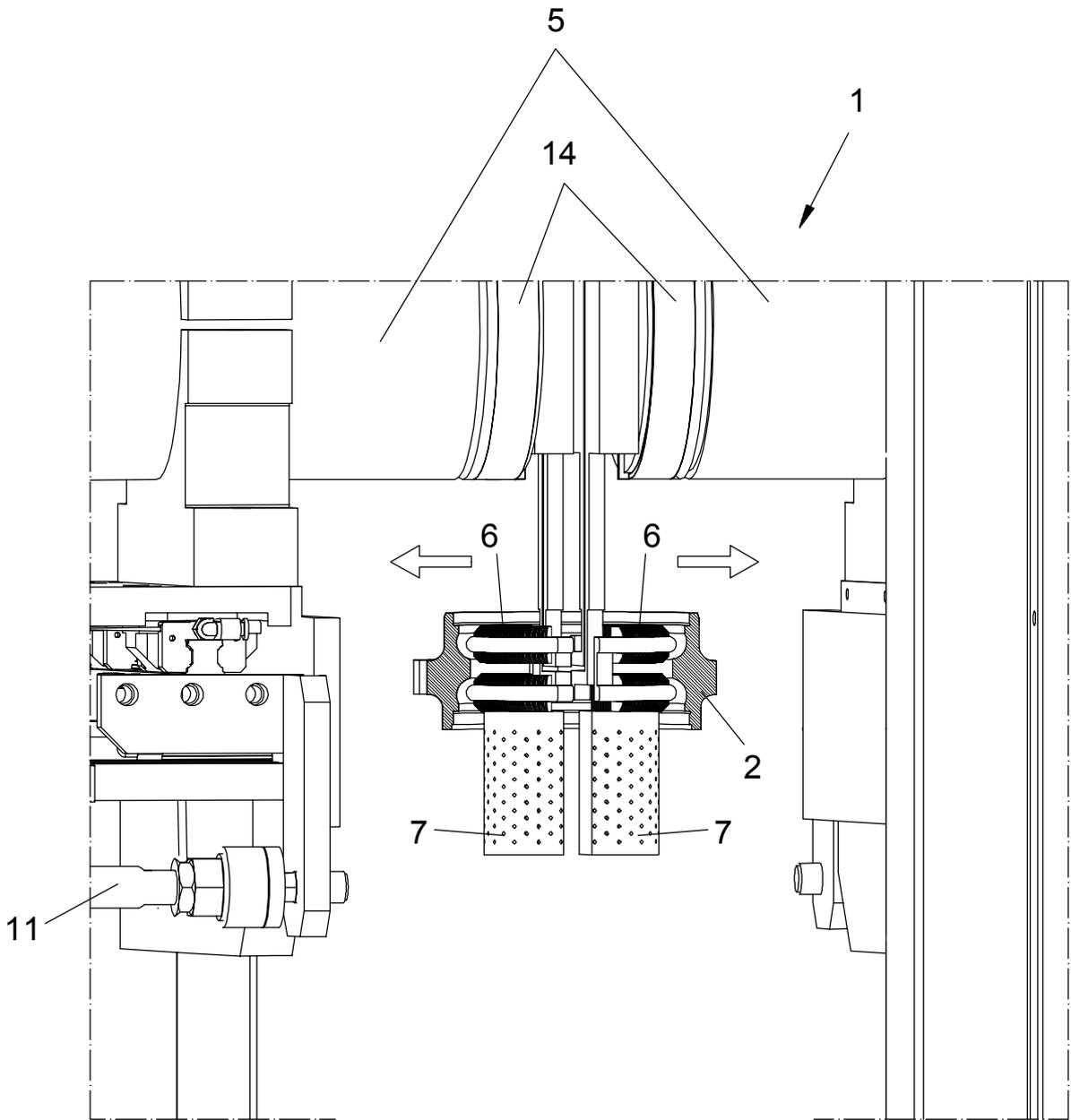


FIG. 2.2

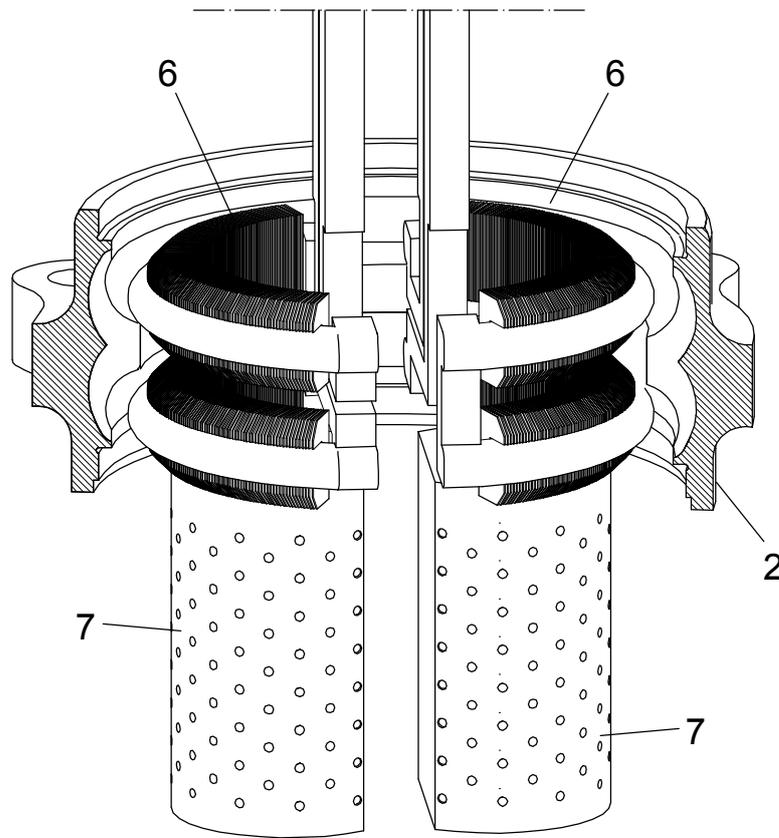


FIG. 2.3

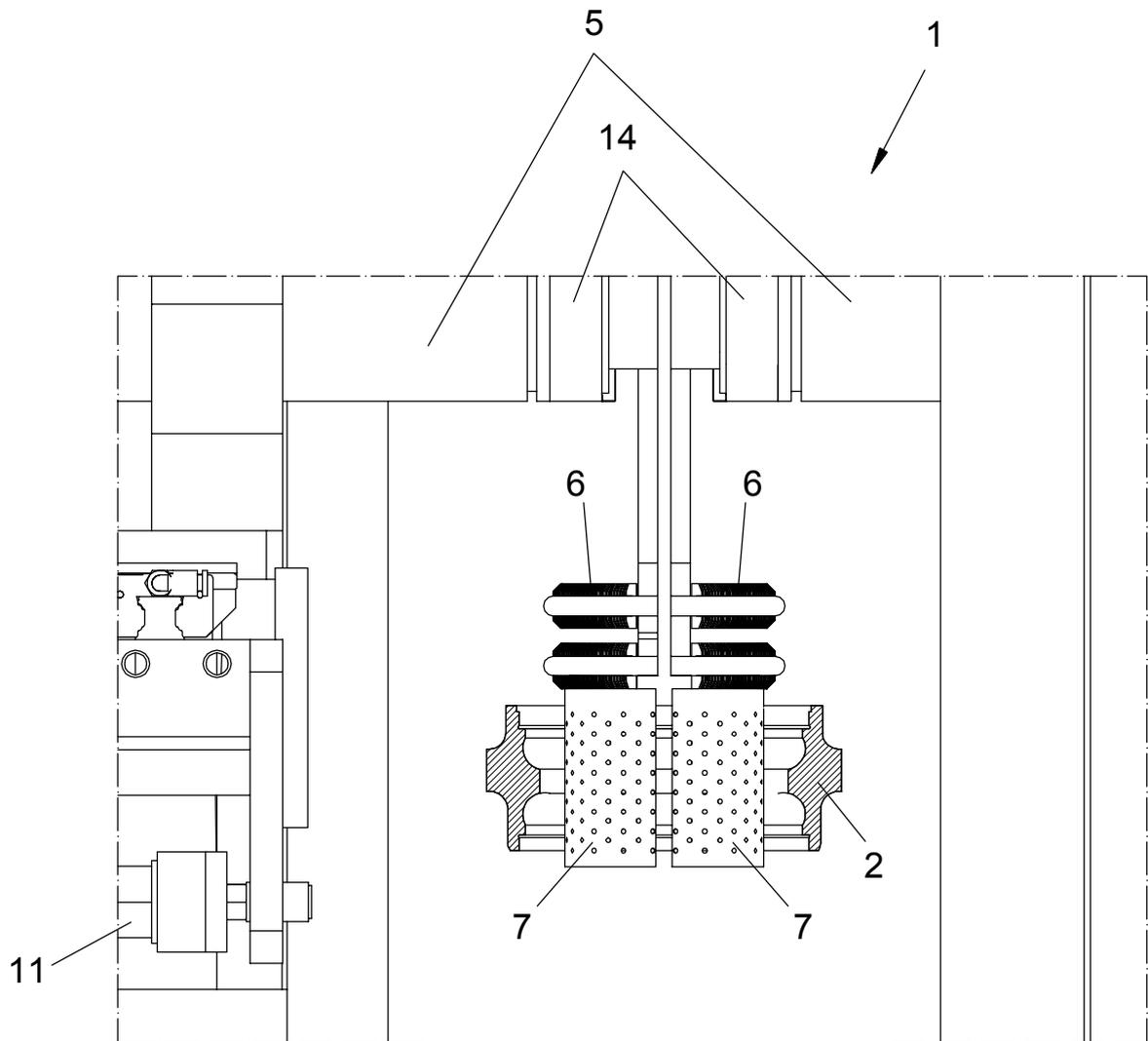


FIG. 2.4

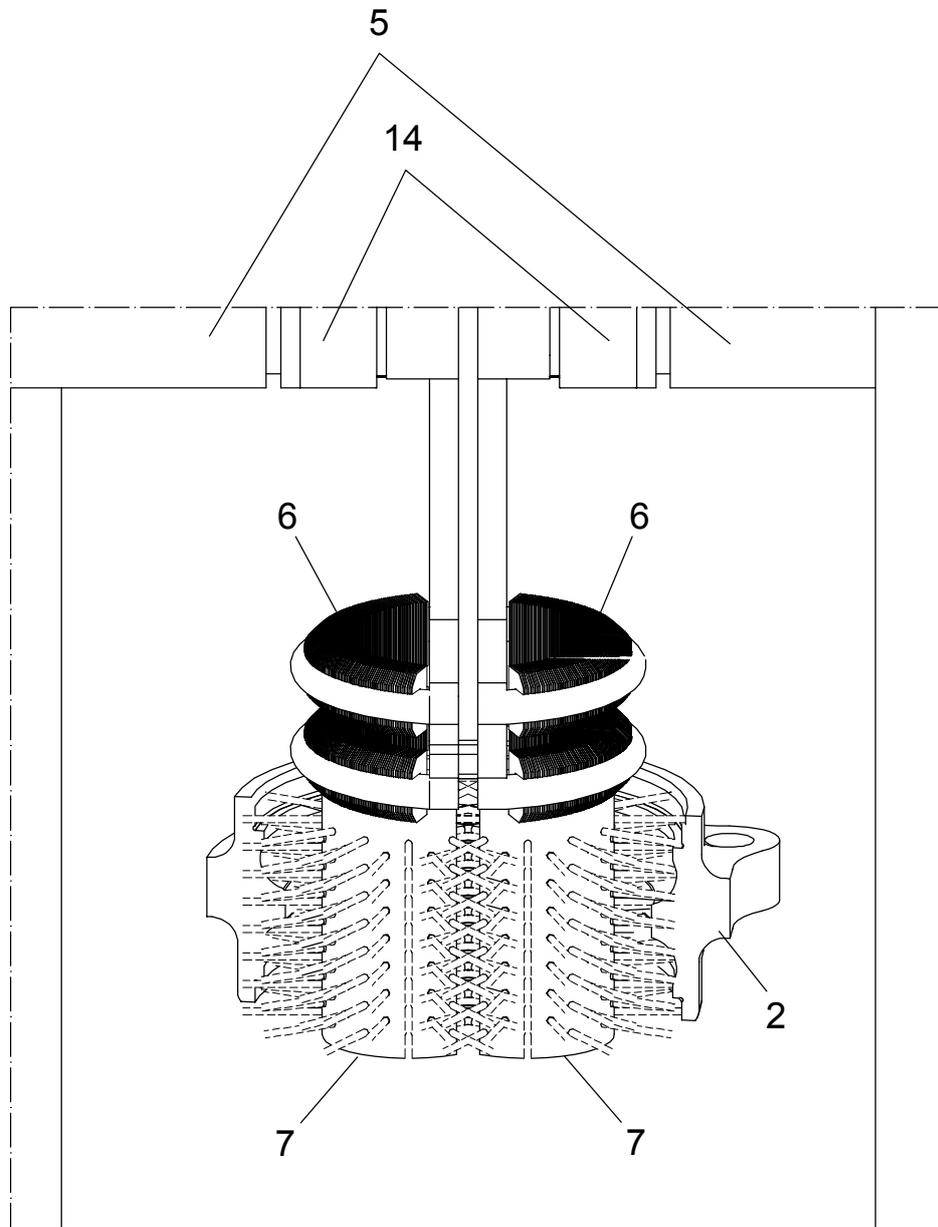


FIG. 2.5

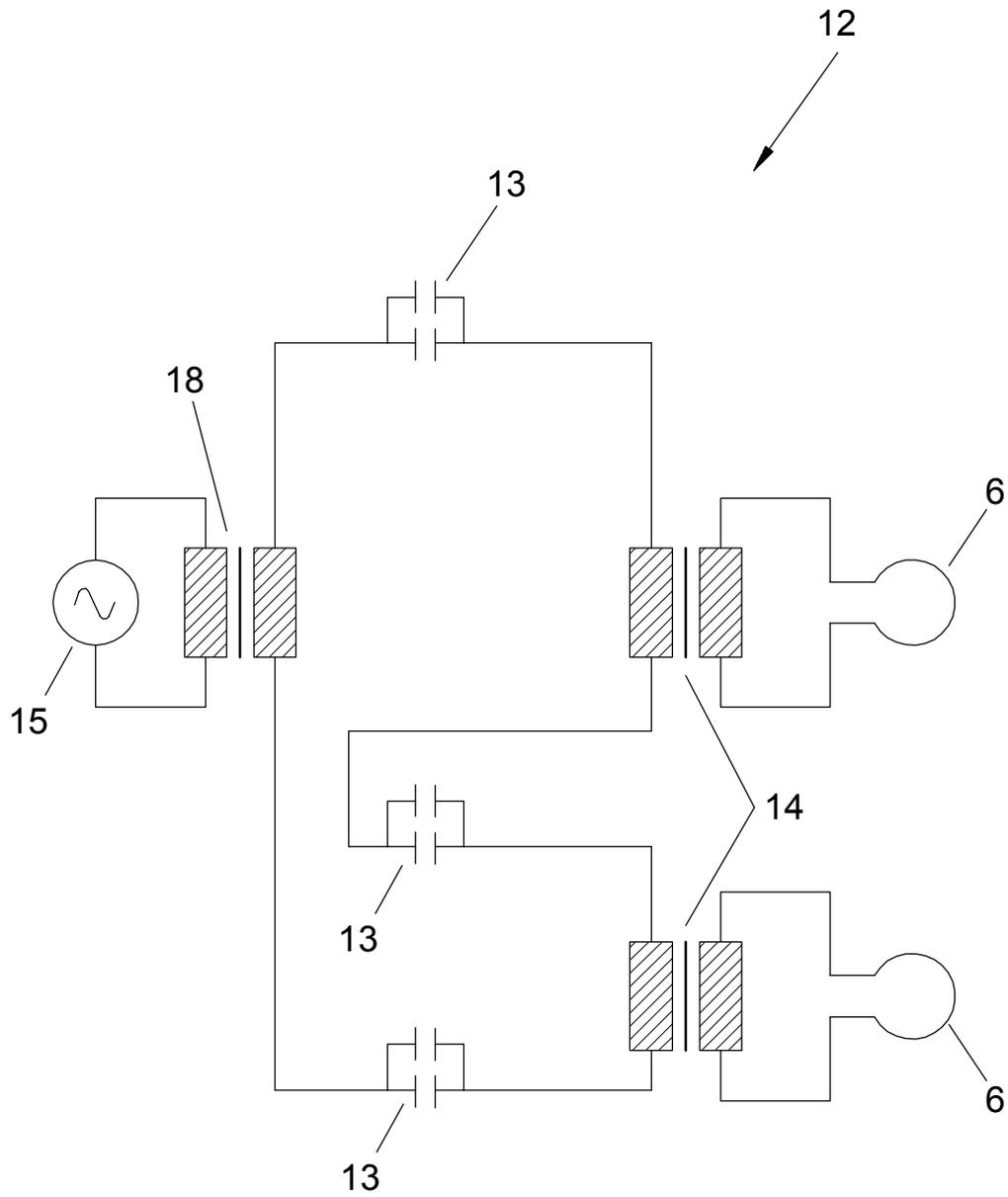


FIG. 2.6

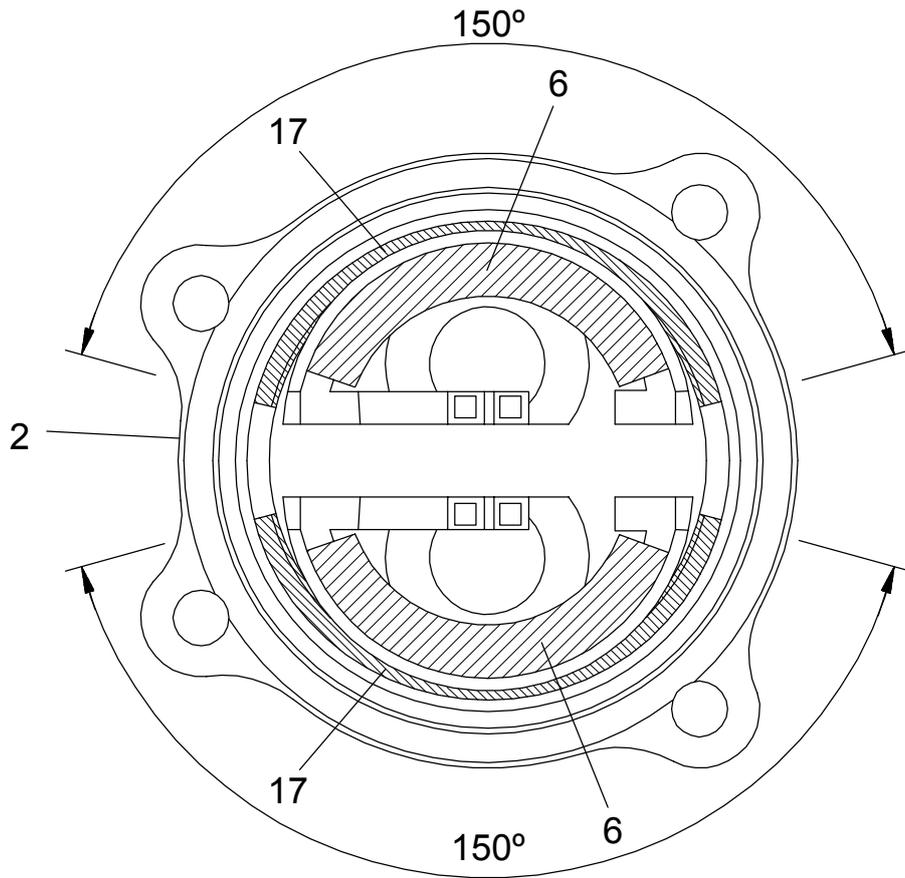


FIG. 2.7