

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 404**

51 Int. Cl.:

**F04C 18/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.06.2015 PCT/US2015/033526**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15187553**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2015 E 15728361 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3149335**

54 Título: **Compresor de tornillo**

30 Prioridad:  
**02.06.2014 US 201462006487 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.03.2021**

73 Titular/es:  
**CARRIER CORPORATION (100.0%)  
17900 Beeline Highway  
Jupiter, FL 33478, US**

72 Inventor/es:  
**VAIDYA, AMIT**

74 Agente/Representante:  
**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 813 404 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**

Compresor de tornillo

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Se reivindica el beneficio de la solicitud de patente de EE.UU. con n.º de serie 62/006,487, depositada el 2 de junio de 2014 y titulada "Screw Compressor".

10 ANTECEDENTES

La descripción se refiere a compresores de tornillo. Más particularmente, la descripción se refiere a compresores herméticos o semiherméticos de doble rotor.

15 La patente de EE.UU. con n.º de serie 7,163,387 (la patente '387) describe una geometría lobular de compresor de doble rotor. El compresor ilustrado tiene un rotor macho de cinco lóbulos y un rotor hembra de seis lóbulos. Otros compresores asimétricos de doble rotor conocidos tienen un rotor macho de cinco lóbulos y un rotor hembra de siete lóbulos o un rotor macho de seis lóbulos y un rotor hembra de siete lóbulos.

20 RESUMEN

Según la invención, un compresor comprende una carcasa que tiene un primer puerto y un segundo puerto. Un rotor macho tiene una parte de trabajo que tiene una pluralidad de lóbulos de un número determinado y al menos una primera porción de árbol que sobresale más allá de un primer extremo de la porción de trabajo del rotor macho y  
25 montada para girar alrededor de un primer eje. Un rotor hembra tiene una porción de trabajo que tiene una pluralidad de lóbulos de un número determinado ( $N_F$ ) y montada para girar alrededor de un segundo eje de forma que se engrane con la porción de trabajo del rotor macho. Dentro de la carcasa hay un motor eléctrico que tiene un estator y un rotor montados en la primera porción de árbol. El número de lóbulos del rotor macho es de siete y el número de lóbulos del rotor hembra es de ocho. La relación de punta a raíz de los lóbulos del rotor hembra es de  
30 1,49:1 a 1,50:1 y la relación de punta a raíz de los lóbulos del rotor macho es de 1,41:1 a 1,42:1,

En una o más realizaciones de cualquiera de las realizaciones anteriores, el compresor no tiene rotores de compresor adicionales.

35 El documento US 2013/108495 A1 muestra un compresor para comprimir refrigerante en un circuito refrigerante que incluye una carcasa que define una cámara de compresión. Un rotor de tornillo se monta dentro de la carcasa y se configura para formar una bolsa de refrigerante de alta presión y una bolsa de refrigerante de baja presión dentro de la cámara de compresión. El rotor del tornillo tiene un árbol de rotor que gira alrededor de un eje. Una cavidad de rodamiento incluye al menos un rodamiento que soporta giratoriamente el árbol de rotor. Una partición a través de la  
40 cual se extiende el árbol de rotor separa la cavidad de rodamiento de la cámara de compresión. Un sello de contacto está sellado con el árbol de rotor y dispuesto en la cavidad de rodamiento cerca de la partición.

El documento DE 19 36 275 A1 muestra un compresor de tornillo con un rotor macho y un rotor hembra.

45 El documento DE 102 58 145 A1 muestra un compresor de tornillo con dos rotores colocados en una carcasa del compresor, los dos rotores comprimen un refrigerante. La carcasa del compresor muestra una entrada para agregar refrigerante adicional para enfriar aún más el compresor de tornillo.

En una o más realizaciones de cualquiera de las realizaciones anteriores, un índice de volumen de carga completa  
50 es de 1,7-4,0.

En una o más realizaciones de cualquiera de las realizaciones anteriores, la primera porción de árbol está en voladizo desde un rodamiento entre la primera porción de árbol y la porción de trabajo del rotor macho.

55 A modo de ejemplo, un procedimiento para usar el compresor comprende hacer funcionar el compresor a una velocidad de al menos 90Hz.

En una o más realizaciones de cualquiera de las realizaciones anteriores: el funcionamiento del compresor comprime refrigerante; el refrigerante comprimido se pasa a un intercambiador de calor de rechazo de calor para  
60 que se enfríe; el refrigerante enfriado se pasa a un dispositivo de expansión para que se expanda y se enfríe aún más; el refrigerante expandido y enfriado aún más se pasa a un intercambiador de calor de absorción de calor para absorber calor y calidez; y el refrigerante calentado se devuelve al compresor.

En una o más realizaciones de cualquiera de las realizaciones anteriores, el funcionamiento del compresor  
65 comprende el funcionamiento a un índice de volumen de carga completa de 1,7-4,0 y, opcionalmente, la descarga.

En una o más realizaciones de cualquiera de las realizaciones anteriores, un sistema de compresión de vapor comprende: el compresor; un intercambiador de calor de rechazo de calor; un dispositivo de expansión; un intercambiador de calor de absorción de calor; y una trayectoria de flujo de refrigerante que pasa secuencialmente a través del compresor, el intercambiador de calor de rechazo de calor, el dispositivo de expansión y el intercambiador de calor de absorción de calor y regresa al compresor.

Los detalles de una o más realizaciones se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción a continuación. Otras características, objetos y ventajas serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y de las reivindicaciones.

## 10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La fig. 1 es una vista en corte axial de un compresor de tornillo de doble rotor.

La figura 2 es una vista esquemática de un sistema de compresión de vapor.

15

La fig. 3 es una vista aislada del extremo de entrada de los rotores del compresor de la fig. 1.

Los números de referencia y las designaciones similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

## 20 DESCRIPCIÓN DETALLADA

La fig. 2 muestra un sistema de compresión de vapor 20 que tiene un compresor 22 a lo largo de una trayectoria de flujo de refrigeración de recirculación 24. El sistema ejemplar 20 es un sistema más básico con fines ilustrativos. Se conocen o aún pueden desarrollarse numerosas variaciones. A lo largo de la trayectoria de flujo 20, el compresor 22 tiene un puerto de succión (entrada) 26 y un puerto de descarga (salida) 28. En un modo operativo normal, el refrigerante que ingresa a través del puerto de succión 26 se comprime y descarga a alta presión desde el puerto de descarga 28 para proceder aguas abajo a lo largo de la trayectoria de flujo 24 y finalmente, regresar al puerto de succión. Secuencialmente de aguas arriba a aguas abajo a lo largo de la trayectoria de flujo 24 se encuentran: un intercambiador de calor 30 (en el modo normal, un intercambiador de calor de rechazo de calor); un dispositivo de expansión 32 (por ejemplo, una válvula de expansión electrónica (EXV) o una válvula de expansión térmica (TXV)); y un intercambiador de calor 34 (en el modo normal, un intercambiador de calor de absorción de calor). Los intercambiadores, en función de la tarea concreta, pueden ser intercambiadores de calor de aire refrigerante, intercambiadores de calor de agua refrigerante u otras variantes.

La fig. 1 muestra el compresor 20 como un compresor de desplazamiento positivo, es decir, un compresor de tornillo de doble rotor que tiene un conjunto de carcasa (carcasa) 50. El compresor tiene un par de rotores 52, 54 que se describen con más detalle a continuación. El compresor ejemplar es un compresor semihermético donde un motor eléctrico 56 está dentro del conjunto de carcasa y está expuesto al refrigerante que fluye entre el puerto de succión 26 y el puerto de descarga 28. El motor ejemplar comprende un estator 58 montado de manera fija dentro de la carcasa y un rotor 60 montado en una porción de árbol 62 del primer rotor 52.

Cada uno de los rotores 52, 54, tiene una porción o sección de trabajo lobulada 64, 66 que se extiende desde un primer extremo 68, 70 hasta un segundo extremo 72, 74. Los rotores incluyen porciones de árbol 80, 82 que sobresalen de los primeros extremos y 84, 86 que sobresalen de los segundos extremos. Las porciones de árbol pueden montarse en los rodamientos 90, 92, 94 y 96. Los rodamientos soportan los respectivos rotores para que giren alrededor de los respectivos ejes 500, 502 (figura 3) paralelos entre sí. La porción de árbol ejemplar 62 está situada distalmente de la porción de árbol 80 y se extiende hasta un extremo 100. La porción de árbol ejemplar 62 carece de cualquier soporte de rodamiento adicional, de modo que el rotor del motor 60 se mantiene en voladizo con respecto al rodamiento 90.

50

Las respectivas porciones de trabajo del rotor 64, 66 tienen lóbulos 110, 112 engranados entre sí. Los lóbulos del rotor se combinan con los orificios de alojamiento 114, 116 que reciben los respectivos rotores para formar cavidades de compresión. Durante el funcionamiento, las cavidades de compresión se abren y cierran secuencialmente en una cámara impelente de succión 120 y en una cámara impelente de descarga 122. Esta acción de apertura/cierre sirve para extraer fluido a través de la entrada 26, que a continuación, pasa a la cámara impelente de succión, a continuación, para comprimir el fluido y descargarlo a la cámara impelente de descarga, para a su vez pasar a la salida. El fluido extraído a través del puerto de succión 26 puede pasar a través/alrededor del motor para enfriar el motor antes de llegar a la cámara impelente de succión.

Durante el funcionamiento, el motor acciona directamente el rotor macho. La interacción con los lóbulos del rotor macho con los lóbulos del rotor hembra, a su vez, impulsa la rotación del rotor hembra. Para un compresor refrigerado por aire ejemplar con refrigerante R134A, el índice de volumen básico de carga completa del compresor es de 3,35 o 2,7, más ampliamente, de 1,7 a 4,0 o 2,0 a 4,0 o 2,5 a 3,5. Para un compresor de capacidad variable, pueden utilizarse una o más válvulas de descarga y/o de índice de volumen (VI) para reducir la compresión por debajo de dichos valores básicos de carga completa. El motor ejemplar es un motor de inducción. Un motor de inducción ejemplar es un motor de dos polos.

65

La apertura de las cavidades de compresión en la cámara impelente de descarga produce una pulsación. La naturaleza en voladizo del estator del rotor lo hace particularmente sensible a la vibración simpática inducida por la pulsación de descarga. Esto puede limitar el rango de frecuencia (velocidad) del motor. Para mitigar tales efectos, se propone una configuración lobular única y se describe en la fig. 3. En esta configuración, el rotor macho 52 gira en una dirección 510 alrededor de su eje 500 para, a su vez, impulsar el rotor hembra 54 en una dirección opuesta 512 alrededor de su eje 502. En relación con la realización mencionada anteriormente de la patente '387, esta configuración ilustrada tiene siete lóbulos 110 en el rotor macho y ocho lóbulos 112 en el rotor hembra.

10 Cada uno de los respectivos lóbulos macho y hembra tiene una punta 130, 132 y una raíz 134, 136. La fig. 3 muestra diámetros de punta  $\varnothing_{MT}$  y  $\varnothing_{FT}$  y diámetros de raíz  $\varnothing_{MR}$  y  $\varnothing_{FR}$ . La fig. 3 muestra además un espaciamiento entre ejes S. La fig. 3 muestra también diámetros de paso  $\varnothing_{MP}$  y  $\varnothing_{FP}$ . Estos se definen como un diámetro imaginario donde ocurre un rodamiento puro.

15 EJEMPLO 1

En un ejemplo de dimensiones del rotor, las dimensiones son las siguientes:

Tabla I Dimensiones del rotor				
Dimensiones	Ejemplo 1	Técnica anterior 1	Técnica anterior 2	Técnica anterior 3
Lóbulos macho	7	5	5	5
Lóbulos hembra	8	7	6	6
$\varnothing_{MT}$	167,771			
$\varnothing_{MR}$	118,562			
$\varnothing_{MT}/\varnothing_{MR}$	1,415	1,589	1,626	1,451
$\varnothing_{MP}$	124,936			
$\varnothing_{FT}$	149,158			
$\varnothing_{FR}$	99,949			
$\varnothing_{FT}/\varnothing_{FR}$	1,492	1,755	1,800	1,612
$\varnothing_{FP}$	142,784			
S	133,86			

20 En el rotor ejemplar, la relación de punta/raíz del rotor macho es de 1,415 y la del rotor hembra es de 1,492. En comparación con un compresor hipotético de referencia que tiene un rotor macho de cinco lóbulos y un rotor hembra de seis lóbulos, el aumento ejemplar de dos lóbulos por rotor puede tener una o más de varias ventajas. Primero, esto puede usarse para reducir la cantidad de refrigerante comprimido en cada cavidad de compresión. De este modo, el flujo de masa por pulso de descarga disminuye y la magnitud del pulso de descarga disminuye. Esto puede reducir el ruido y el estímulo de vibración de otros componentes del sistema.

Segundo, la relación de punta a raíz relativamente baja puede alterar las características de resonancia de los rotores. Los lóbulos menos profundos pueden aumentar el límite dinámico del rotor. Más particularmente, el rotor puede ser relativamente rígido y puede aumentar las frecuencias de resonancia. Con un diámetro de punta dado, una relación de punta a raíz más baja significa un diámetro de raíz mayor y una porción de trabajo lobulada más rígida del rotor. Aunque los diámetros de las porciones de árbol con acoplamiento de rodamiento 80, 84; 82, 86 que sobresalen de la porción de trabajo 64; 66 permanezcan inalterados (en relación con una referencia), la mayor rigidez de la porción de trabajo aumenta la rigidez general. Esto es particularmente relevante para el rotor macho donde el estator del motor está en voladizo sobre la porción del eje del rotor 62. Las excursiones de resonancia del rotor del motor y la porción de árbol 62 pueden dañar el compresor. Una solución que presenta complejidades adicionales sería agregar un rodamiento al final de la porción de árbol 62.

Esto también puede permitir un aumento en la velocidad del compresor. Por ejemplo, el compresor de referencia puede mantenerse por debajo de 90Hz para limitar el ruido y/o limitar la vibración del rotor del motor. El mayor número de lóbulos puede permitir un funcionamiento a mayor velocidad debido a los dos mecanismos mencionados anteriormente. La velocidad ejemplar es de 90Hz a 150Hz, más particularmente, los valores ejemplares son de 90Hz a 120Hz o de 95Hz a 120Hz o de 95 Hz a 110Hz o de 100Hz a 120Hz.

En términos más generales, la relación ejemplar de punta a raíz de un rotor macho es de no más de 1,44:1, 1,43:1, o 1,42:1 y la relación ejemplar de punta a raíz de un rotor hembra es de no más de 1,55:1 o 1,50:1. Ambas pueden ser de al menos 1,1:1 o 1,2:1. Más específicamente, la relación ejemplar de punta a raíz de un rotor macho es de 1,36:1 a 1,42:1 o de 1,41:1 a 1,42:1 y la relación ejemplar de punta a raíz de un rotor hembra es de 1,30:1 a 1,50:1 o

de 1,49:1 a 1,50:1..

En términos más generales, el número total ejemplar de lóbulos es de quince a veintiuno o de quince a dieciocho. Esto proporciona los beneficios de vibración mientras se mantiene una capacidad suficiente.

- 5 La fig. 1 muestra además un controlador 200. El controlador puede recibir entradas del usuario desde un dispositivo de entrada (p. ej., interruptores, teclado o similares) y sensores (no se muestran, p. ej., sensores de presión y sensores de temperatura en diversas ubicaciones del sistema). El controlador puede acoplarse a los sensores y a componentes controlables de sistema (p. ej., las válvulas, los rodamientos, el motor del compresor, impulsores de
- 10 álabes, y similares) mediante líneas de control (p. ej., vías de comunicación cableadas o inalámbricas). El controlador puede incluir uno o más de los siguientes: procesadores; memoria (p. ej., para almacenar información de programas para que ejecute el procesador para llevar a cabo procedimientos operativos y para almacenar datos utilizados o generados por el o los programas); y dispositivos de interfaz de hardware (p. ej., puertos) para crear una
- 15 200 puede controlar el motor a través de un accionador de frecuencia variable 202 que extrae energía de una fuente 204. Una fuente ejemplar 204 es una fuente de alimentación de pared de CA comercial bifásica o trifásica que puede estar disponible en regiones particulares del mundo. Los ejemplos incluyen 240V/60Hz, 460/60, 400/50, 380/50, 575/60, y similares.
- 20 El uso de "primero", "segundo" y similares en la descripción y las siguientes reivindicaciones es solo para la diferenciación dentro de la reivindicación y no necesariamente indica una importancia relativa o absoluta o un orden temporal. De manera similar, la identificación en una reivindicación de un elemento como "primero" (o similar) no impide que dicho "primer" elemento identifique un elemento al que se hace referencia como "segundo" (o similar) en otra reivindicación o en la descripción.
- 25 Cuando se da una medida en unidades en inglés seguidas de un SI entre paréntesis u otras unidades, las unidades entre paréntesis son una conversión y no deben implicar un grado de precisión que no se encuentra en las unidades en inglés.
- 30 Se han descrito una o más realizaciones. No obstante, se entenderá que pueden hacerse varias modificaciones. Por ejemplo, cuando se aplica a un sistema básico existente, los detalles de dicha configuración o su uso asociado pueden influir en los detalles de implementaciones particulares. Por consiguiente, otras realizaciones están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un compresor (22) que comprende:  
una carcasa (50) que tiene un primer puerto (26) y un segundo puerto (28);  
5 un rotor macho (52) que tiene:  
una porción de trabajo (64) que tiene una pluralidad de lóbulos (110) de un número (NM); y  
al menos una primera porción de árbol (62) que sobresale más allá de un primer extremo (68) de la porción de  
trabajo del rotor macho y montada para girar alrededor de un primer eje (500);  
un rotor hembra (54) que tiene:  
10 una porción de trabajo (66) que tiene una pluralidad de lóbulos (112) de un número determinado (NF) y montada  
para girar alrededor de un segundo eje (502) de forma que se engrane con la porción de trabajo del rotor macho;  
y  
un motor eléctrico (56) dentro de la carcasa y que tiene:  
un estator (58); y  
15 un rotor (60) montado en la primera porción de árbol,  
caracterizado porque  
el número de lóbulos del rotor macho es de siete y el número de lóbulos del rotor hembra es de ocho;  
la relación de punta a raíz de los lóbulos del rotor hembra es de 1,49:1 a 1,50:1; y  
la relación de punta a raíz de los lóbulos del rotor macho es de 1,41:1 a 1,42:1.  
20
2. El compresor de la reivindicación 1, donde:  
el compresor no tiene rotores de compresor adicionales.
3. El compresor de la reivindicación 1, donde:  
25 un índice de volumen de carga completa es de 1,7-4,0.
4. El compresor de la reivindicación 1, donde:  
la primera porción de árbol (62) está en voladizo desde un rodamiento (90) entre la primera porción del eje y la  
porción de trabajo del rotor macho (64).  
30
5. Un procedimiento para el uso del compresor de la reivindicación 1, donde:  
el funcionamiento del compresor comprime refrigerante;  
el refrigerante comprimido se pasa a un intercambiador de calor de rechazo de calor para que se enfríe;  
el refrigerante enfriado se pasa a un dispositivo de expansión para que se expanda y enfríe aún más;  
35 el refrigerante expandido y enfriado aún más se pasa a un intercambiador de calor de absorción de calor para  
absorber calor y calidez; y  
el refrigerante calentado se devuelve al compresor.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, donde:  
40 el funcionamiento del compresor comprende el funcionamiento a un índice de volumen de 1,7-4,0.
7. Un sistema de compresión de vapor (20) que comprende:  
el compresor (22) de la reivindicación 1;  
un intercambiador de calor de rechazo de calor (30);  
45 un dispositivo de expansión (32);  
un intercambiador de calor de absorción de calor (34); y  
una trayectoria de flujo de refrigerante (24) que pasa secuencialmente a través del compresor, el intercambiador de  
calor de rechazo de calor, el dispositivo de expansión y el intercambiador de calor de absorción de calor y regresa al  
compresor.

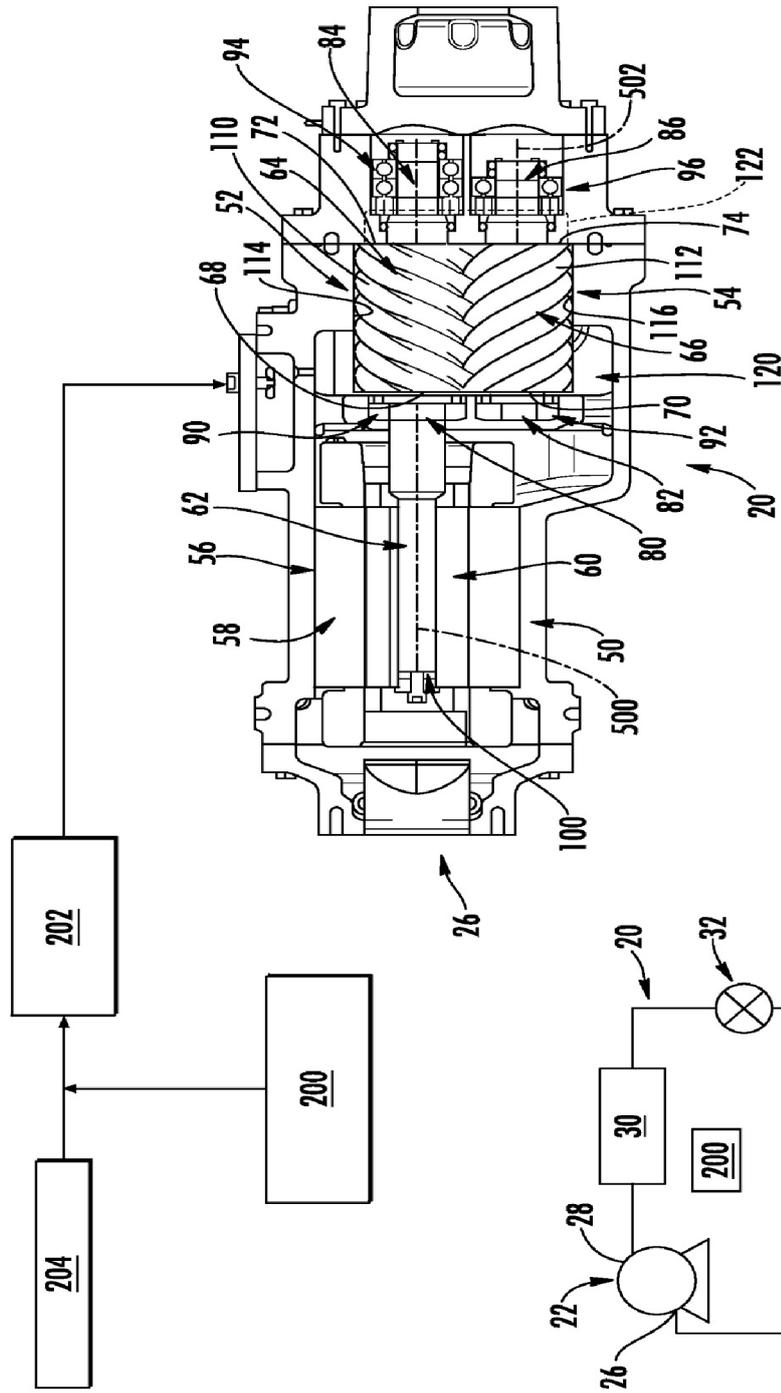


FIG.1

FIG.2  
(TÉCNICA ANTERIOR)

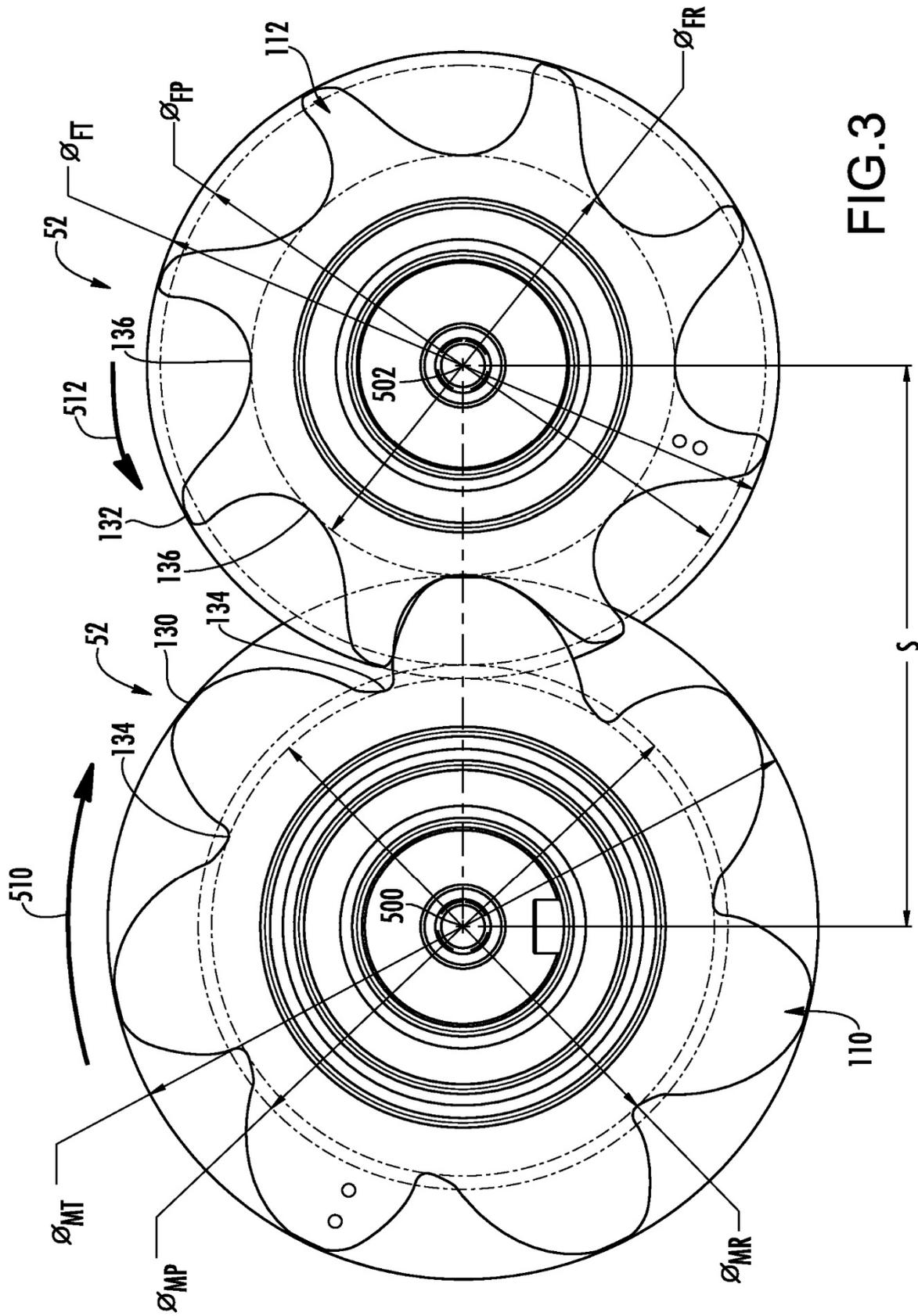


FIG.3