

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 382**

51 Int. Cl.:

F04C 2/14 (2006.01)

F04C 13/00 (2006.01)

B64G 1/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10164158 .7**

96 Fecha de presentación: **27.05.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2264317**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.12.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE INTERCAMBIO TÉRMICO BIFÁSICO CON BOMBA DE ENGRANAJES EN RODAMIENTOS.**

30 Prioridad:
28.05.2009 FR 0902583

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.03.2012

73 Titular/es:
**Centre National d'Etudes Spatiales (C.N.E.S.)
2, Place Maurice Quentin
75039 Paris Cedex 01, FR**

72 Inventor/es:
**Casteras, Christophe;
Coste, Xavier y
Larue de Tournemine, Amaury**

74 Agente/Representante:
Mir Plaja, Mireia

ES 2 376 382 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo de intercambio térmico bifásico con bomba de engranajes en rodamientos

- 5 **[0001]** La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo de intercambio térmico del tipo bifásico, es decir, que comprende un fluido caloportador susceptible de presentarse al menos parcialmente en estado líquido y al menos parcialmente en estado de vapor.
- 10 **[0002]** Ya se han propuesto procedimientos y dispositivos de intercambio térmico de este tipo, que comprenden medios de bombeo del fluido caloportador para impulsarlo desplazándolo en un circuito que comprende medios de intercambio térmico con al menos una fuente fría y al menos una fuente caliente externas a este circuito, cambiando dicho fluido caloportador al menos parcialmente de estado al establecer contacto con al menos una parte de dichos medios de intercambio térmico. Al estar el circuito en general en forma de bucle (estando el fluido caloportador continuamente en una red hidráulica cerrada), se habla de "bucle bifásico".
- 15 **[0003]** Un bucle bifásico de este tipo presenta en teoría numerosas ventajas, en particular en las aplicaciones espaciales, y más en general en todas las aplicaciones en las que se persigue una gran eficacia de intercambio térmico en términos de potencia transportada, de densidad de potencia intercambiada, de eficacia de los intercambios térmicos y, en conjunto, de una gran compacidad y de una masa mínima.
- 20 **[0004]** En particular los sistemas espaciales incorporan componentes - sobre todo electrónicos - que disipan calor y deben ser refrigerados para mantenerlos dentro de márgenes de temperatura cada vez más estrechos al disipar dichos componentes potencias cada vez más importantes. Así pues, resultan ser insuficientes los medios de control térmico pasivo (principalmente por conducción y/o irradiación). Para paliar estas insuficiencias se utilizan tradicionalmente caloductos que presentan la ventaja de una fiabilidad y de una longevidad o tiempo de vida mayor que la de los bucles de fluido caloportador que incorporan bombas mecánicas.
- 25 **[0005]** Los caloductos presentan sin embargo inconvenientes: Para probarlos en tierra, es necesario colocarlos con una pequeña inclinación que no necesariamente corresponde a la configuración de vuelo, lo cual es perjudicial para la representatividad de los ensayos; requieren un dimensionado a medida al proceder a su integración en cada sistema espacial; su rigidez es una limitación que plantea problemas al proceder a su integración, que a veces es difícil o incluso imposible; son muy sensibles a los gases incondensables que producen, y su eficacia y sus características se ven considerablemente afectadas por estos gases incondensables; y presentan una baja capacidad de transporte de potencia térmica. En consecuencia, aparte de los caloductos se ha propuesto la utilización de dispositivos de intercambio térmico que comprenden uno o varios bucles de fluido caloportador en asociación con un dispositivo de bombeo de tipo capilar o mecánico.
- 30 **[0006]** Los dispositivos de bombeo de tipo capilar tienen una baja capacidad de transporte, en particular para los ensayos en tierra en presencia de la gravedad; son complejos de cebar; y toleran mal los modos de funcionamiento extremo (cuando la potencia transportada deviene muy baja o bien en presencia de gases incondensables).
- 35 **[0007]** En la práctica se han utilizado dispositivos de bombeo mecánico realizados en forma de una bomba centrífuga en ciertas misiones habitadas (vehículos, cápsulas, estaciones ...) para el funcionamiento de bucles de fluido caloportador monofásico.
- 40 **[0008]** En los casos muy raros de misiones no habitadas en las que se ha seleccionado un bombeo mecánico, se ha optado también por un bombeo centrífugo. Por ejemplo, se ha rechazado la utilización de una bomba de desplazamiento positivo en beneficio de una bomba centrífuga, para el bucle de control térmico de la sonda marciana "Pathfinder", que estaba cualificada para un tiempo de vida de varios meses.
- 45 **[0009]** Por otro lado, una bomba centrífuga (o más en general una bomba de tipo rotodinámico) no es apropiada en el caso de un bucle de fluido caloportador bifásico para el control térmico de un sistema espacial tal como un satélite comercial, puesto que la misma presenta un importante consumo eléctrico y unas importantes dimensiones exteriores y es de un coste elevado. Su caudal es muy sensible a la pérdida de carga. Ahora bien, esta pérdida de carga puede cambiar en estado de microgravedad y puede ser muy distinta en estado de ingravidez, lo cual provoca una variación de caudal que es inaceptable para el control térmico de un sistema espacial tal como un satélite.
- 50 **[0010]** El bombeo de un fluido caloportador en un bucle bifásico, en particular en un sistema espacial, impone unas características funcionales particularmente severas de entre las cuales pueden citarse las siguientes: una altura de bombeo de varios metros; una capacidad de cebado con un fluido caloportador al menos parcialmente en fase gaseosa; una compatibilidad con la utilización de fluidos caloportadores tales como el amoníaco, que son en su mayor parte corrosivos y de muy baja viscosidad; una resistencia a una elevada presión estática (que puede llegar a ser de hasta $160 \cdot 10^5$ Pa con deformación permanente y de hasta $80 \cdot 10^5$ Pa sin deformación permanente); un caudal de varios gramos por segundo; un margen de temperatura de funcionamiento de entre -50°C y 75°C ; un reducido consumo
- 55
- 60

energético y unas reducidas dimensiones exteriores; y un tiempo de vida garantizado sin mantenimiento de varios años, y en particular del orden de 10 a 15 años. Además, debe ser posible hacer variar la potencia transportada dentro de un gran margen de valores, y regular fácilmente el caudal (es decir, a partir de un sistema electrónico sencillo, fiable y poco voluminoso) sin afectar a la sobrepresión descargada por la bomba.

5

[0011] Las bombas de desplazamiento positivo (bombas de pistón alternativo, bombas de diafragma, bombas de lumbreira deslizante o externa, bombas de placa inclinada y pistones, bombas de órgano(s) flexible(s) y/o deformable(s), bombas de engranajes interiores o exteriores, bombas de lóbulos, bombas de pistones rotativos circunferenciales, bombas de husillo ...) incorporan numerosas piezas móviles en contacto dinámico (órganos de bombeo de desplazamientos alternativos tales como pistones u órganos deformables) que están sujetas a desgaste, y requieren válvulas de entrada y de salida, así como piezas de transmisión del movimiento al órgano de bombeo. El tiempo de vida de todos estos elementos no puede determinarse en tierra más que por medio de ensayos del tiempo de vida, que son generalmente estadísticos. Además, se considera que los rendimientos de este tipo de bomba varían considerablemente según el desgaste y empeoran por lo tanto con el paso del tiempo. Además generan importantes limitaciones en cuanto a los materiales, a las vibraciones y a los desequilibrios de fuerzas.

10

15

[0012] Así, hasta la fecha se considera que las bombas de desplazamiento positivo no pueden cualificar para las aplicaciones espaciales de largo tiempo de vida, ni para las otras aplicaciones en las cuales se plantean los mismos problemas.

20

[0013] La FR 2824366, de la que se considera que es la que da a conocer el más cercano estado de la técnica, describe la utilización de una bomba de lóbulos (y no de engranajes, como se indica en el texto de este documento) con cojinetes lisos sin lubricante en un bucle bifásico. Sin embargo, la solución seleccionada no es satisfactoria por varias razones. Una bomba de este tipo necesariamente incorpora piezas que experimentan rozamiento de unas contra otras e inducen importantes desgastes que son difíciles de controlar. Además, su fabricación es particularmente delicada de poner a punto y de realizar con una suficiente precisión. En la práctica, a una bomba de este tipo no se la puede cualificar con un suficiente tiempo de vida y para proporcionar los rendimientos que se han mencionado anteriormente. En efecto, los rendimientos exigidos no pueden ser obtenidos más que mediante una minimización y un dominio de los juegos funcionales para todo el tiempo de vida de la bomba. Ahora bien, el desgaste de los cojinetes de guía o de las piezas que están en contacto deslizante necesariamente genera un incremento de tales juegos y por consiguiente el empeoramiento de los rendimientos hidráulicos, tales como los caudales y las presiones, o incluso el bloqueo de la bomba.

25

30

[0014] La EP 1040274 propuso por otro lado una solución en la cual la bomba comprende un fuelle deformable accionado por un accionador electromagnético y un distribuidor de diodos fluidicos de tipo vorticial. Las bombas de este tipo descargan una presión no constante que evoluciona al ritmo de las idas y venidas de los fuelles o de la membrana. Una variación de presión de este tipo no es compatible con un bucle de fluido bifásico. Además, un dispositivo accionador lineal sencillo no está equilibrado y su desplazamiento genera esfuerzos inerciales que necesariamente se traducen en microvibraciones que son perturbadores para la plataforma y los instrumentos que la misma soporta y son por consiguiente consideradas en general como rehiditorias en un sistema espacial tal como un satélite. Así pues, un dispositivo de este tipo requiere mecanismos gemelos que funcionen en oposición de fase y estén perfectamente sincronizados, lo cual hace que resulten disuasorios las dimensiones exteriores, la masa, la regulación, el doble control y el coste de una bomba de este tipo.

35

40

[0015] Así pues, la invención pretende paliar todos estos inconvenientes proponiendo un procedimiento y un dispositivo de intercambio térmico de tipo bifásico dotados de medios de bombeo que son compatibles por una parte con su utilización a bordo de un sistema espacial tal como un satélite, y por otra parte con los fluidos caloportadores de baja viscosidad, y en particular con los fluidos caloportadores corrosivos tales como el amoníaco.

45

[0016] Más en particular, la invención pretende proponer un procedimiento y un dispositivo de intercambio térmico dotados de medios de bombeo que presenten unos rendimientos hidráulicos adaptados, cuyo tiempo de vida pueda garantizarse antes de su utilización durante varios años, y en particular entre 10 y 15 años sin una intervención de mantenimiento, que puedan ser gobernados de manera sencilla ajustando en particular el caudal descargado, y que no sean susceptibles de generar vibraciones perturbadores para su entorno.

50

55

[0017] Para hacer esto, la invención se refiere a un procedimiento de intercambio térmico de tipo bifásico en el cual:

- se utiliza un fluido caloportador que tiene una viscosidad inferior a la del agua y es susceptible de presentarse al menos parcialmente en estado líquido y al menos parcialmente en estado de vapor,
- se impulsa por bombeo a dicho fluido caloportador desplazándolo en un circuito que comprende medios de intercambio térmico con al menos una fuente fría y al menos una fuente caliente externas al circuito, cambiando dicho fluido caloportador al menos parcialmente de estado al establecer contacto con dichos medios de intercambio térmico, caracterizado por el hecho de que se utilizan medios de bombeo que comprenden una bomba de engranajes que incluye:

60

- un cárter,

- al menos dos piñones de dentado exterior recto que cooperan en engrane uno con el otro sin desviación,
 - estando cada piñón montado de forma tal que es solidario de un árbol que va guiado en rotación y es alineado con respecto al cárter por rodamientos,
 - siendo los árboles de los piñones paralelos uno al otro,
- 5
- medios de acoplamiento de al menos uno de los árboles de los piñones a un motor de accionamiento que está adaptado para accionar a dicho árbol en rotación a una velocidad de menos de 250 revoluciones por minuto,
 - en el cárter, una cámara de bombeo y de circulación del fluido caloportador, estando esta cámara delimitada por paredes internas que contienen a los piñones y comprenden al menos una entrada de admisión del fluido caloportador a un lado del engrane de los piñones y al menos una salida de descarga del fluido caloportador al otro lado del engrane
- 10
- de los piñones,
 - habiendo radial y axialmente juegos entre las paredes internas de dicha cámara y los piñones, siendo estos juegos todos ellos inferiores a una centésima de milímetro y quedando dichos juegos en funcionamiento llenados con fluido caloportador.
- 15
- [0018]** La invención se extiende a un dispositivo de intercambio térmico de tipo bifásico que comprende:
- un fluido caloportador que tiene una viscosidad inferior a la del agua y es susceptible de presentarse al menos parcialmente en estado líquido y al menos parcialmente en estado de vapor,
 - medios de bombeo de dicho fluido caloportador que son aptos para impulsarlo desplazándolo en un circuito que comprende medios de intercambio térmico con al menos una fuente fría y al menos una fuente caliente externas al
- 20
- circuito, cambiando dicho fluido caloportador al menos parcialmente de estado al establecer contacto con dichos medios de intercambio térmico,
- caracterizado por el hecho de que dichos medios de bombeo comprenden una bomba de engranajes que incluye:
- un cárter,
 - al menos dos piñones de dentado exterior recto que cooperan en engrane uno con el otro sin desviación,
- 25
- estando cada piñón montado de forma tal que es solidario de un árbol que es guiado en rotación y alineado con respecto al cárter por rodamientos,
 - siendo los árboles de los piñones paralelos uno al otro,
 - medios de acoplamiento de al menos uno de los árboles de los piñones a un motor de accionamiento que está adaptado para accionar a dicho árbol en rotación a una velocidad de menos de 250 revoluciones por minuto,
- 30
- en el cárter, una cámara de bombeo y de circulación del fluido caloportador, estando esta cámara delimitada por paredes internas que contienen a los piñones y comprenden al menos una entrada de admisión del fluido caloportador a un lado del engrane de los piñones y al menos una salida de descarga del fluido caloportador al otro lado del engrane de los piñones,
 - habiendo radial y axialmente juegos entre las paredes internas de dicha cámara y los piñones, siendo estos juegos todos ellos inferiores a la centésima de milímetro y quedando dichos juegos en funcionamiento llenados con fluido caloportador.
- 35
- [0019]** Ventajosamente y según la invención, se acciona la bomba de engranajes a una velocidad de rotación de menos de 250 revoluciones por minuto.
- 40
- [0020]** Por otro lado, ventajosamente y según la invención, al ser dicho fluido caloportador amoníaco, se acciona la bomba de engranajes a una velocidad de rotación adaptada para que la bomba de engranajes descargue un caudal de fluido caloportador sensiblemente constante comprendido entre 1 g/seg. y 100 g/seg., y en particular del orden de 10 g/seg.
- 45
- [0021]** Ventajosamente además, en un procedimiento y un dispositivo de intercambio térmico según la invención se utiliza una bomba que está caracterizada en combinación por la totalidad o parte de las características siguientes:
- cada árbol de piñón es guiado con respecto al cárter únicamente por rodamientos que cooperan con una placa única del cárter, extendiéndose una parte del árbol a un solo lado del piñón;
- 50
- cada árbol de piñón es guiado con respecto al cárter por dos rodamientos de bolas que se tocan;
 - los dos rodamientos se montan de forma tal que quedan apretados axialmente uno contra el otro con una precarga en compresión axial llamada sólida (que resulta a la vez del esfuerzo de compresión de los anillos apretados axialmente unos contra otros y del reajuste de los juegos entre anillos) y según un montaje que recibe el nombre de montaje en "O" (dibujando sensiblemente una O las direcciones de los esfuerzos de contacto en los rodamientos) o de montaje "espalda con espalda";
- 55
- cada rodamiento comprende órganos rodantes de los cuales al menos las superficies rodantes están hechas de un material elegido de entre los miembros del grupo que consta de los materiales no metálicos - en particular de cerámica - y los materiales metálicos inoxidables;
 - cada rodamiento comprende jaulas que están ventajosamente hechas de un material autolubricante que se elige en particular de entre los miembros del grupo que consta de los materiales metálicos, los materiales poliméricos (en particular termoplásticos) y los materiales compuestos;
- 60
- las piezas de la bomba que son susceptibles de entrar en contacto con el fluido caloportador están hechas de un material resistente a la corrosión y/o presentan un revestimiento superficial resistente a la corrosión, y en particular un revestimiento superficial hecho por deposición química de níquel metálico.

[0022] Según la invención, la bomba está así concebida para minimizar los rozamientos y para en particular suprimir todo rozamiento de deslizamiento, y por consiguiente todo fenómeno de desgaste que pueda alterar sus rendimientos o su tiempo de vida.

5

[0023] La invención se refiere asimismo a un dispositivo y un procedimiento caracterizados en combinación por la totalidad o parte de las características que se han mencionado anteriormente o que se mencionan de aquí en adelante.

[0024] Otras características, finalidades y ventajas de la invención quedarán de manifiesto al proceder a la lectura de la siguiente descripción que se refiere a las figuras adjuntas, en las cuales:

10

- la figura 1 es un esquema de un ejemplo de dispositivo de intercambio térmico según la invención,
- la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva y en despiece de una bomba de engranajes de un dispositivo según un modo de realización de la invención,

15

- la figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de la bomba de la figura 2 bajo otro ángulo de visión,
- la figura 4 es una vista esquemática en sección practicada por un plano que pasa por los ejes de rotación de los piñones de la bomba de la figura 2,

20

- la figura 5 es una vista esquemática en sección según el plano de sección V-V de la figura 4,
- la figura 6 es una vista esquemática en sección de un detalle según el plano de sección VI-VI de la figura 5,
- la figura 7 es una vista esquemática en sección de un detalle según el plano de sección VII-VII de la figura 5,
- la figura 8 es un diagrama que representa curvas de rendimientos de caudal/presión de una bomba según el modo de realización de las figuras 2 a 6 según la invención, en comparación con una curva de rendimientos de una bomba según el estado de la técnica.

25

[0025] El dispositivo de intercambio térmico según la invención que está representado en la figura 1 comprende un bucle 10 de intercambio térmico en el cual circula un fluido caloportador bifásico tal como amoníaco. Tales fluidos caloportadores bifásicos que son susceptibles de presentarse al menos parcialmente en estado líquido y al menos parcialmente en estado de vapor presentan en su mayor parte una viscosidad muy baja, inferior a la del agua.

30

[0026] El fluido caloportador sale de un depósito presurizador bifásico 11 cuya salida 12 está conectada a una conducción 13 conectada a una bomba de engranajes 14 según la invención. En esta conducción 13, el fluido caloportador es principalmente líquido, normalmente sensiblemente monofásico (es decir, únicamente líquido). Es sin embargo posible que el fluido que va por dentro de la conducción 13 sea al menos en parte vapor, y es una ventaja de la invención la de permitir el funcionamiento del bucle bifásico y el bombeo del fluido de intercambio térmico, incluso en el caso en el que éste es parcialmente vapor dentro de la conducción 13.

35

[0027] La bomba 14 aporta el fluido en estado líquido bajo presión a un grupo intercambiador evaporador 15 que está adaptado para recoger la potencia térmica (calorías) desprendida por componentes exotérmicos 16 (como por ejemplo circuitos eléctricos de un sistema espacial).

40

[0028] A la salida del grupo evaporador 15 el fluido es llevado al estado bifásico de líquido/gas (dependiendo la proporción de fluido en estado de vapor de la potencia absorbida en el grupo evaporador 15) dentro de una conducción 17 conectada a un grupo intercambiador condensador 18 que aporta el fluido en estado líquido a la conducción 13 aguas arriba de la salida 12 del depósito 11 tras haber extraído la potencia térmica del fluido en estado bifásico hacia una fuente fría 19 (como por ejemplo el ambiente exterior).

45

[0029] La bomba 14 es accionada por un motor 20 cualquiera, que será preferiblemente un motor eléctrico síncrono sin escobillas, por ejemplo a través de un acoplamiento magnético estanco 21.

50

[0030] Las figuras 2 a 6 representan un ejemplo de realización de una bomba 14 que puede ser utilizada en un dispositivo según la invención.

55

[0031] Esta bomba 14 comprende un cárter periférico estanco 22 que está formado por una caja paralelepípedica 22a cuyas dimensiones están adaptadas para contener los distintos elementos constitutivos de la bomba, quedando esta caja cerrada por una placa que forma una tapa 22b que queda fijada por apriete a la caja por medio de tornillos o pernos 23.

[0032] La tapa 22b presenta un orificio 24 de admisión de fluido y un orificio 25 de descarga del fluido a presión. Estos orificios 24, 25 comunican a través de la tapa 22b con el interior del cárter 22.

60

[0033] En el interior del cárter 22 queda formada una cámara 26 de bombeo y de circulación del fluido caloportador entre dos placas paralelas 27, 28 separadas por una placa distanciadora 29. Estas tres placas 27, 28, 29 son apretadas unas contra las otras por tornillos o pernos (no representados), y el conjunto formado por estas tres placas 27, 28, 29 queda por su parte fijado rígidamente a la cara interna de la tapa 22b por medio de tornillos o pernos (no representados). Las placas 27, 28, 29 quedan alojadas dentro del cárter 22, pero presentan unas dimensiones

ligeramente inferiores a las del recinto interno definido en el cárter 22, dejando así un espacio de descarga 42 que permite la circulación del fluido del lado de descarga como se describe de aquí en adelante.

5 **[0034]** Las placas 27, 28, 29 presentan vaciados que son tales que con los dentados exteriores de dos piñones 30, 31 delimitan la cámara 26 de bombeo y de circulación, presentando ésta última unas dimensiones y una forma que son aptas para alojar los dos piñones 30, 31 de dentado exterior recto en cooperación en engrane uno con el otro sin desviación. Cada piñón 30, 31 está montado de forma tal que es solidario de un árbol 32 y respectivamente 33 que es guiado en rotación y alineado con respecto al cárter por rodamientos 34 y respectivamente 35.

10 **[0035]** Los árboles 32, 33 de los piñones son paralelos uno al otro, y al menos uno 32 de los árboles, llamado árbol conductor 32, se extiende hacia y al interior de la tapa 22b de forma tal que presenta un extremo que lleva una serie de imanes permanentes internos 50 que están adaptados para formar el acoplamiento magnético 21 que permite el acoplamiento de este árbol conductor 32 al árbol del motor 20, y por consiguiente el accionamiento por parte de éste último del árbol conductor 32 y del piñón 30, llamado piñón conductor 30. Como se ve en la figura 4, los imanes internos 15 50 del extremo del árbol conductor 32 están alojados en una cavidad 51 de la tapa 22b que queda delimitada por una pared 52 que forma una protuberancia que se extiende hacia el exterior de dicha tapa de forma tal que puede quedar tapada por una campana 53 que lleva asimismo imanes permanentes externos 54 que están adaptados para poder cooperar magnéticamente a través de la pared 52 con los imanes internos 50, constituyendo así el acoplamiento magnético 21. Cuando la campana 53 es accionada en rotación, acciona por su parte en rotación a los imanes internos 20 50, y por consiguiente al árbol conductor 32. Esta campana 53 está adaptada para dar cabida al extremo del árbol del motor 20 y ser solidaria en rotación de éste último.

[0036] El otro piñón 31, llamado piñón conducido 31, así como su árbol 33, llamado árbol conducido 33, son accionados en rotación por el piñón conductor 30 debido a la cooperación en engrane de los piñones 30, 31.

25 **[0037]** La cámara 26 de bombeo y de circulación comprende un primer lóbulo 36 de forma general cilíndrica de revolución en torno al eje del árbol conductor 32, estando este primer lóbulo 36 adaptado para alojar lo más estrechamente posible y con el mínimo de juegos radiales y axiales al piñón conductor 30. Del mismo modo, la cámara 26 de bombeo y de circulación comprende un segundo lóbulo 37 de forma general cilíndrica de revolución en torno al eje del árbol conducido 33, estando este segundo lóbulo 37 adaptado para alojar lo más estrechamente posible y con el 30 mínimo de juegos radiales y axiales al piñón conducido 31.

[0038] La cámara 26 de bombeo y de circulación comprende asimismo, entre los dos lóbulos 36, 37, por una parte una cámara de admisión 38 situada a un primer lado del engrane de los piñones, y por otra parte una cámara de descarga 35 39 situada al otro lado del engrane de los piñones. La cámara de admisión 38 está en comunicación con el orificio de admisión 24. La cámara de descarga 39 está en comunicación con el orificio de descarga 25. Para hacer esto, presentan lumbreras pasantes la placa distanciadora 29 y/o la placa 27, que recibe el nombre de placa portarrodamientos 27 y queda interpuesta entre la placa distanciadora 29 y la tapa 22b.

40 **[0039]** En el modo de realización representado, la placa distanciadora 29 presenta una lumbrera de descarga 43 que discurre lateralmente (según una dirección ortogonal al eje de los árboles 32, 33 de los piñones) desde la cámara de 45 descarga 39 hasta desembocar al nivel del lado estrecho periférico exterior 44 de la placa distanciadora 29 de forma tal que el fluido presurizado que escapa por esta lumbrera de descarga 43 pasa al interior del espacio de descarga 42 que se extiende entre las placas 27, 28, 29 y la pared interna del cárter 22, hasta el orificio de descarga 25 que está en comunicación con este espacio de descarga 42. La placa distanciadora 29 presenta asimismo una lumbrera de admisión 40 que discurre lateralmente (según una dirección ortogonal al eje de los árboles 32, 33 de los piñones) desde la cámara de admisión 38 y hasta una lumbrera de conexión 41 que está practicada en la placa distanciadora 29 y desemboca en la cara de la placa distanciadora 29 que está en contacto con la placa portarrodamientos 27, admitiendo esta lumbrera de conexión 41 de manera estanca al extremo 45 de un tubo de admisión 46 que atraviesa una lumbrera 50 de paso 47 de la placa portarrodamientos 27 y la tapa 22b para formar el orificio de admisión 24 (figura 7).

[0040] Cada uno de los árboles 32, 33 de los piñones 30, 31 se extiende axialmente tan sólo a un lado del piñón 30, 31 y es guiado con respecto al cárter 22 en voladizo únicamente por rodamientos 34, 35 que cooperan únicamente con la 55 placa portarrodamientos 27 del cárter 22 (figuras 4 y 6).

[0041] Para asegurar la alineación, cada árbol 32, 33 de piñón es guiado con respecto al cárter 22 por dos rodamientos a bolas 34a, 34b, y respectivamente 35a, 35b, que se tocan axialmente, o sea por un rodamiento proximal 34a, 35a que es axialmente el más cercano al piñón 30, 31, y por un rodamiento distal 34b, 35b que es axialmente el más alejado del piñón 30, 31. Cada rodamiento presenta un anillo interior 63a, 63b, 64a, 64b, un anillo exterior 69a, 69b, 70a, 70b, y 60 bolas 71a, 71b, 72a, 72b.

[0042] Además, los dos rodamientos a bolas de contacto oblicuo 34a, 34b, y respectivamente 35a, 35b, de cada árbol 32, 33 de piñón están montados según un montaje llamado de contacto oblicuo en "O" (o "espalda con espalda") y quedan apretados axialmente uno contra el otro con una precarga axial llamada sólida (por reajuste del juego y apriete

en compresión axial de las piezas en contacto, sin órgano elástico en flexión alguno tal como una arandela Belleville), produciendo dicho montaje una precarga radial de los rodamientos con respecto a la placa portarrodamientos 27 y una precarga radial de las bolas de los rodamientos en los anillos de los mismos.

5 **[0043]** Para hacer esto, el árbol 32, 33 de piñón presenta un mandrinado axial pasante 55, 56 a través del cual se pasa el vástago 57, 58 de un perno 59, 60 que presenta una cabeza o tuerca 61, 62 que se apoya en el anillo interior 63b, 64b del rodamiento distal 34b, 35b, y en su otro extremo axial, una cabeza o tuerca 65, 66 que se apoya en la cara radial externa 67, 68 del piñón 30, 31 que se extiende en el lado opuesto al del árbol 32, 33. El anillo interior 63b, 64b del rodamiento distal 34b, 35b se extiende axialmente más allá del extremo del árbol 32, 33, de forma tal que el apriete del perno 59, 60 produce un esfuerzo axial de apriete de los anillos interiores 63a, 63b que anula el juego entre los anillos interiores y determina la precarga deseada, y, respectivamente, 64a, 64b de los dos rodamientos que se tocan uno contra el otro. Así, las direcciones de los esfuerzos de contacto entre las bolas y las pistas de los anillos interiores y exteriores son oblicuas y dibujan sensiblemente una O. Un montaje en "O" de este tipo asegura una estabilidad axial muy grande sin basculación.

10
15 **[0044]** Un distanciador de calaje 73, 74 está interpuesto entre el anillo interior 63a, 64a del rodamiento proximal 34a, 35a y un espaldón radial 75, 76 del piñón 30, 31 para así determinar (según la anchura del distanciador 73, 74) la posición axial del piñón 30, 31.

20 **[0045]** Los anillos exteriores 69a, 69b, 70a, 70b de los rodamientos quedan fijados a la placa portarrodamientos 27 y apretados axialmente unos contra otros. Para hacer esto, la placa portarrodamientos 27 presenta un espaldón 77, 78 que admite al anillo exterior 69a, 70a del rodamiento proximal, y un anillo de apriete 79, 80 es aplicado en el lado opuesto contra el anillo exterior 69b, 70b del rodamiento distal, y este anillo apriete 79, 80 es apretado axialmente contra la placa portarrodamientos 27 por tornillos 81, 82.

25 **[0046]** Resulta de este montaje que los rodamientos son perfectamente fijados, sin juego, a la placa portarrodamientos 27, que dichos rodamientos son perfectamente alineados según el eje del árbol 32, 33, que cada árbol 32, 33 de piñón es por su parte perfectamente posicionado y alineado con respecto a la placa portarrodamientos 27, y que son anulados los juegos de funcionamiento en los rodamientos. Un montaje en "O" sin juego de este tipo permite aumentar la rigidez a la basculación de cada eje y presenta no tan sólo la ventaja de evitar toda vibración y todo deterioro al tener lugar el lanzamiento de un sistema espacial, sino que asimismo y sobre todo permite igualmente guiar con precisión los ejes y minimizar los juegos en la cámara de bombeo y de circulación y asegurar el bombeo de un fluido de muy baja viscosidad tal como el amoníaco con una bomba de engranajes de este tipo.

30
35 **[0047]** Al ser el fluido caloportador utilizado a veces susceptible de ser corrosivo, como en el caso del amoníaco, los materiales constitutivos de los rodamientos deben ser elegidos de forma tal que sean compatibles con este fluido. En particular, las bolas 71a, 71b, 72a, 72b están hechas de un material no metálico, y en particular de cerámica. Además, los rodamientos presentan jaulas que están hechas de materiales metálicos o plásticos o compuestos y son preferiblemente autolubricantes, es decir que incorporan un polvo que forma una película lubricante que es mantenida por transferencia entre las bolas y los anillos de los rodamientos.

40 **[0048]** Además, las piezas de la bomba que son susceptibles de entrar en contacto con el fluido caloportador pueden presentar un revestimiento superficial resistente a la corrosión, y en particular un revestimiento superficial hecho por deposición química de níquel metálico.

45 **[0049]** En la práctica, en una bomba de este tipo según la invención, los juegos que se extienden radial y axialmente entre las paredes internas de la cámara de bombeo y los piñones pueden ser todos ellos inferiores a la centésima de milímetro, y en funcionamiento pueden quedar llenos de fluido caloportador. Por consiguiente, no hay riesgo alguno de contacto directo de los piñones con las paredes internas de la cámara de bombeo, y puede garantizarse un tiempo de vida y de funcionamiento de una bomba de este tipo de un gran número de años.

50 **[0050]** Por otro lado, se ha constatado con sorpresa que existe un régimen de funcionamiento de una bomba de este tipo en el cual por una parte la bomba presenta elevados rendimientos en términos de caudal y de presurización de un fluido caloportador de baja viscosidad, y ello dentro de un gran margen de temperatura, y por otra parte se ven minimizadas las fugas. En la práctica, el motor de accionamiento 20 debe estar adaptado y ser gobernado para accionar al árbol conductor 32 y a los piñones 30, 31 en rotación a una velocidad de menos de 250 revoluciones por minuto, y en particular de entre 50 revoluciones por minuto y 220 revoluciones por minuto.

55 **[0051]** La figura 8 presenta las características de una bomba de este tipo obtenidas en el caso de utilización de amoníaco como fluido caloportador. La curva C1 representa la característica de una bomba según la FR 2824366. El pequeño decremento del valor del caudal descargado por la bomba en función del aumento de la diferencia de presión entre la descarga y la admisión (que va ligada a la pérdida de carga hidráulica en el bucle 10) permite alcanzar importantes valores de caudal y de presurización, sin fugas, que son compatibles con el funcionamiento de un bucle térmico de este tipo en un sistema espacial.

5 **[0052]** En particular, es posible accionar la bomba 14 a una velocidad de rotación de menos de 250 revoluciones por minuto adaptada para que dicha bomba descargue un caudal de fluido caloportador sensiblemente constante comprendido entre 1 g/seg. y 100 g/seg., y más en particular entre 1 g/seg. y 10 g/seg., con una presión diferencial (entre la descarga y la admisión) comprendida entre 0,1 hPa y 1,5 hPa, no variando el valor del caudal suministrado más de 3 g/seg. entre estos dos valores extremos de la presión diferencial.

10 **[0053]** La invención puede ser principalmente aplicada para el control térmico de componentes exotérmicos, como por ejemplo circuitos electrónicos, en un sistema espacial tal como un satélite. El dispositivo según la invención es entonces un dispositivo de control térmico de componentes exotérmicos 16 de un sistema espacial tal como un satélite o una estación espacial, formando el circuito 13, 17 un bucle de fluido caloportador bifásico, formando dichos componentes 16 una fuente caliente que es externa al circuito y está asociada a éste último por medios de intercambio térmico 15 con vistas a su enfriamiento.

15 **[0054]** Ni que decir tiene que la invención puede ser objeto de numerosas variantes de realización con respecto al modo de realización que se ha descrito anteriormente y se ha representado en las figuras, que se aporta únicamente a título de ejemplo no limitativo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de intercambio térmico de tipo bifásico en el cual:
 - se utiliza un fluido caloportador que tiene una viscosidad inferior a la del agua y es susceptible de presentarse al menos parcialmente en estado líquido y al menos parcialmente en estado de vapor,
 - se impulsa por bombeo a dicho fluido caloportador desplazándolo en un circuito (13, 17) que comprende medios de intercambio térmico (15, 18) con al menos una fuente fría (19) y al menos una fuente caliente (16) externas al circuito, cambiando dicho fluido caloportador al menos parcialmente de estado al establecer contacto con dichos medios de intercambio térmico (15, 18),
 - caracterizado por el hecho de que** se utilizan medios de bombeo que comprenden una bomba de engranajes (14) que incluye:
 - un cárter (22),
 - al menos dos piñones (30, 31) de dentado exterior recto que cooperan en engrane uno con el otro sin desviación,
 - estando cada piñón (30, 31) montado de forma tal que es solidario de un árbol (32, 33) que ES guiado en rotación y alineado con respecto al cárter (22) por rodamientos (34, 35),
 - siendo los árboles (32, 33) de los piñones paralelos uno al otro,
 - medios de acoplamiento de al menos uno de los árboles de los piñones a un motor de accionamiento (20) que está adaptado para accionar a dicho árbol en rotación a una velocidad de menos de 250 revoluciones por minuto,
 - en el cárter (22), una cámara (26) de bombeo y de circulación del fluido caloportador, estando esta cámara (26) delimitada por paredes internas que contienen a los piñones (30, 31) y comprenden al menos una entrada (38) de admisión del fluido caloportador a un lado del engrane de los piñones (30, 31) y al menos una salida (39) de descarga del fluido caloportador al otro lado del engrane de los piñones (30, 31),
 - habiendo radial y axialmente juegos entre las paredes internas de dicha cámara (26) y los piñones (30, 31), siendo estos juegos todos ellos inferiores a una centésima de milímetro y quedando dichos juegos en funcionamiento llenados con fluido caloportador.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** se acciona la bomba de engranajes (14) a una velocidad de rotación de menos de 250 revoluciones por minuto.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que** al ser dicho fluido caloportador amoníaco, se acciona la bomba de engranajes (14) a una velocidad de rotación adaptada para que la bomba de engranajes (14) descargue un caudal de fluido caloportador sensiblemente constante comprendido entre 1 g/seg. y 100 g/seg., y en particular del orden de 10 g/seg.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que** se utiliza una bomba (14) en la cual cada árbol (32, 33) de piñón es guiado con respecto al cárter (22) únicamente por rodamientos (34, 35) que cooperan con una placa (27) única solidaria del cárter y con una parte del árbol (32, 33) que se extiende a un solo lado del piñón (30, 31).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por el hecho de que** se utiliza una bomba (14) en la cual cada árbol (32, 33) de piñón es guiado con respecto al cárter (22) por dos rodamientos a bolas (34a, 34b; 35a, 35b) que se tocan.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** se utiliza una bomba (14) en la cual los dos rodamientos (34a, 34b; 35a, 35b) están en contacto oblicuo y montados con apriete axial de uno contra el otro con una precarga axial.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por el hecho de que** el fluido caloportador es susceptible de ser corrosivo, y **de que** se utiliza una bomba (14) en la cual cada rodamiento (34, 35) comprende órganos rodantes (71a, 71b; 72a, 72b) de los cuales al menos las superficies externas están hechas de un material que es elegido de entre los miembros del grupo que consta de los materiales no metálicos, en particular de cerámica, y los materiales metálicos inoxidable.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** se utiliza una bomba (14) en la cual las piezas de la bomba que son susceptibles de entrar en contacto con el fluido caloportador están hechas de un material resistente a la corrosión y/o presentan un revestimiento superficial resistente a la corrosión, y en particular un revestimiento superficial realizado por deposición química de níquel metálico.
9. Dispositivo de intercambio térmico de tipo bifásico que comprende:
 - un fluido caloportador que tiene una viscosidad inferior a la del agua y es susceptible de presentarse al menos parcialmente en estado líquido y al menos parcialmente en estado de vapor,

- medios de bombeo de dicho fluido caloportador que son aptos para impulsarlo desplazándolo en un circuito (13, 17) que comprende medios de intercambio térmico (15, 128) con al menos una fuente fría (19) y al menos una fuente caliente (16) externas al circuito, cambiando dicho fluido caloportador al menos parcialmente de estado al establecer contacto con dichos medios de intercambio térmico (15, 18),
- 5 **caracterizado por el hecho de que** dichos medios de bombeo comprenden una bomba de engranajes (14) que incluye:
- un cárter (22),
 - al menos dos piñones (30, 31) de dentado exterior recto que cooperan en engrane uno con el otro sin desviación,
 - 10 - estando cada piñón (30, 31) montado de forma tal que es solidario de un árbol (32, 33) que es guiado en rotación y alineado con respecto al cárter (22) por rodamientos,
 - siendo los árboles (32, 33) de los piñones paralelos uno al otro,
 - medios de acoplamiento de al menos uno (32) de los árboles de los piñones a un motor de accionamiento (20) que está adaptado para accionar a dicho árbol en rotación a una velocidad de menos de 250 revoluciones por
 - 15 minuto,
 - en el cárter (22), una cámara (26) de bombeo y de circulación del fluido caloportador, estando esta cámara (26) delimitada por paredes internas que contienen a los piñones (30, 31) y comprenden al menos una entrada (38) de admisión del fluido caloportador a un lado del engrane de los piñones (30, 31) y al menos una salida (39) de descarga del fluido caloportador al otro lado del engrane de los piñones (30, 31),
 - 20 - habiendo radial y axialmente juegos entre las paredes internas de dicha cámara (26) y los piñones (30, 31), siendo estos juegos todos ellos inferiores a la centésima de milímetro y quedando dichos juegos en funcionamiento llenados con fluido caloportador.
10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado por el hecho de que** cada árbol (32, 33) de piñón de la bomba (14) es guiado con respecto al cárter (22) únicamente por rodamientos (34, 35) que cooperan con una placa (27) única solidaria del cárter y con una parte del árbol (32, 33) que se extiende a un solo lado del piñón (30, 31).
- 25
11. Dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado por el hecho de que** cada árbol (32, 33) de piñón de la bomba (14) es guiado con respecto al cárter (22) por dos rodamientos a bolas (34a, 34b; 35a, 35b) que se tocan.
- 30
12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado por el hecho de que** los dos rodamientos (34a, 34b; 35a, 35b) de la bomba (14) son montados con apriete axial de uno contra el otro con una precarga axial.
- 35
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado por el hecho de que** el fluido caloportador es susceptible de ser corrosivo, y **de que** cada rodamiento (34, 35) de la bomba (14) comprende órganos rodantes (71a, 71b; 72a, 72b) de los cuales al menos las superficies externas están hechas de un material que se elige de entre los miembros del grupo que consta de los materiales no metálicos, en particular de cerámica, y los materiales metálicos inoxidable.
- 40
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 13, **caracterizado por el hecho de que** las piezas de la bomba (14) que son susceptibles de entrar en contacto con el fluido caloportador presentan un revestimiento superficial resistente a la corrosión, y en particular un revestimiento superficial hecho por deposición química de níquel metálico.
- 45
15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizado por el hecho de que** se trata de un dispositivo de control térmico de componentes (16) de un sistema espacial tal como un satélite o una estación espacial, formando dicho circuito (13, 17) un bucle de fluido caloportador bifásico, formando dichos componentes (16) una fuente caliente externa al circuito (13, 17) y asociada a éste último por medios de intercambio térmico (15) con vistas a su enfriamiento.
- 50

Fig 1

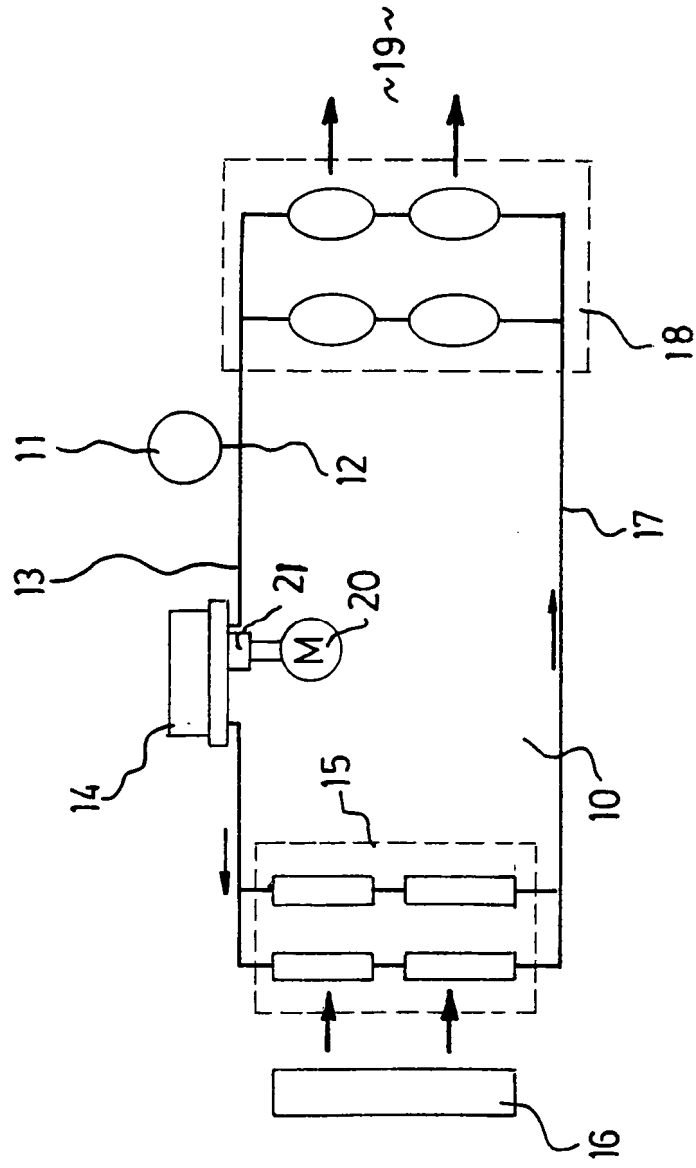


Fig 2

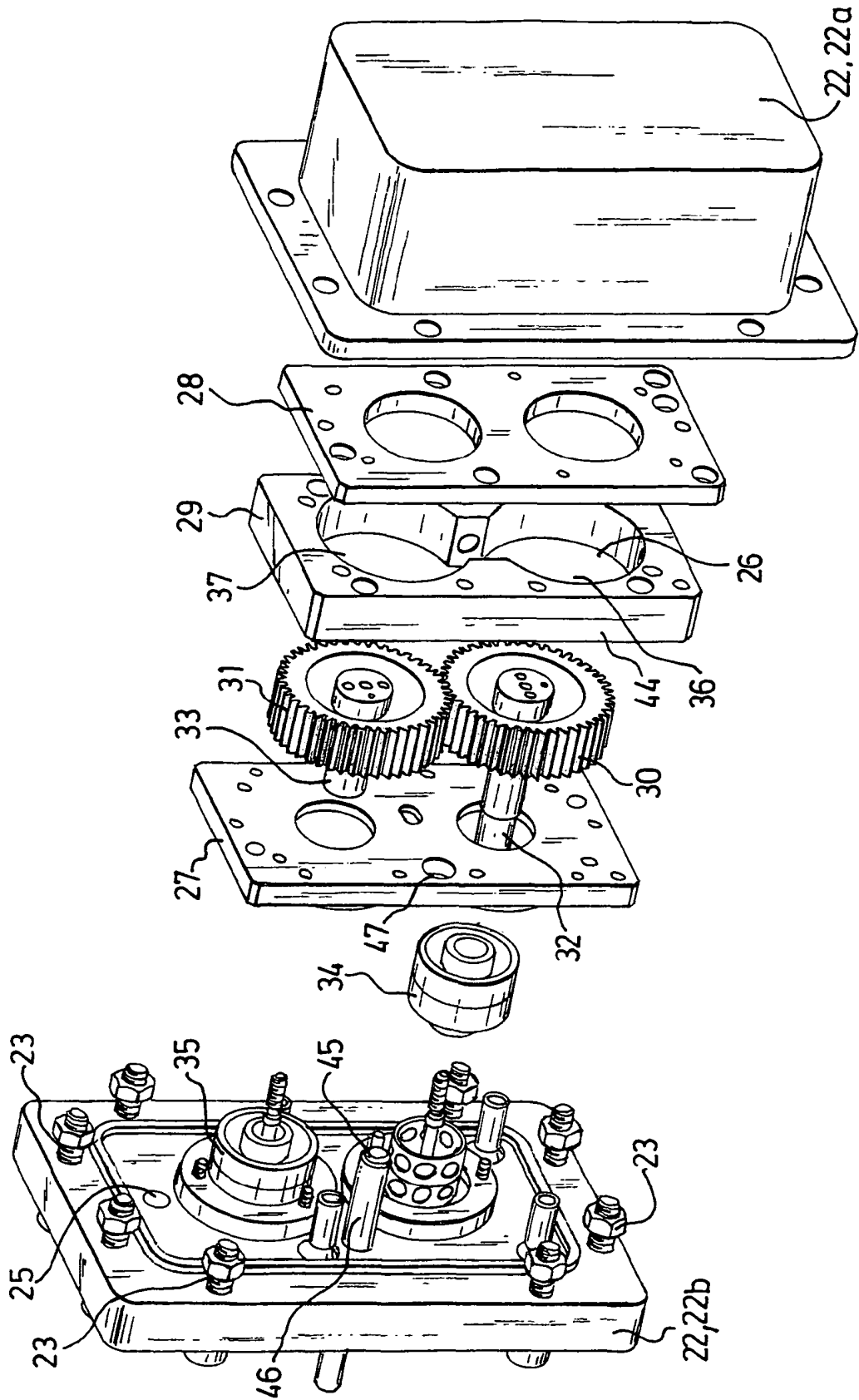


Fig 3

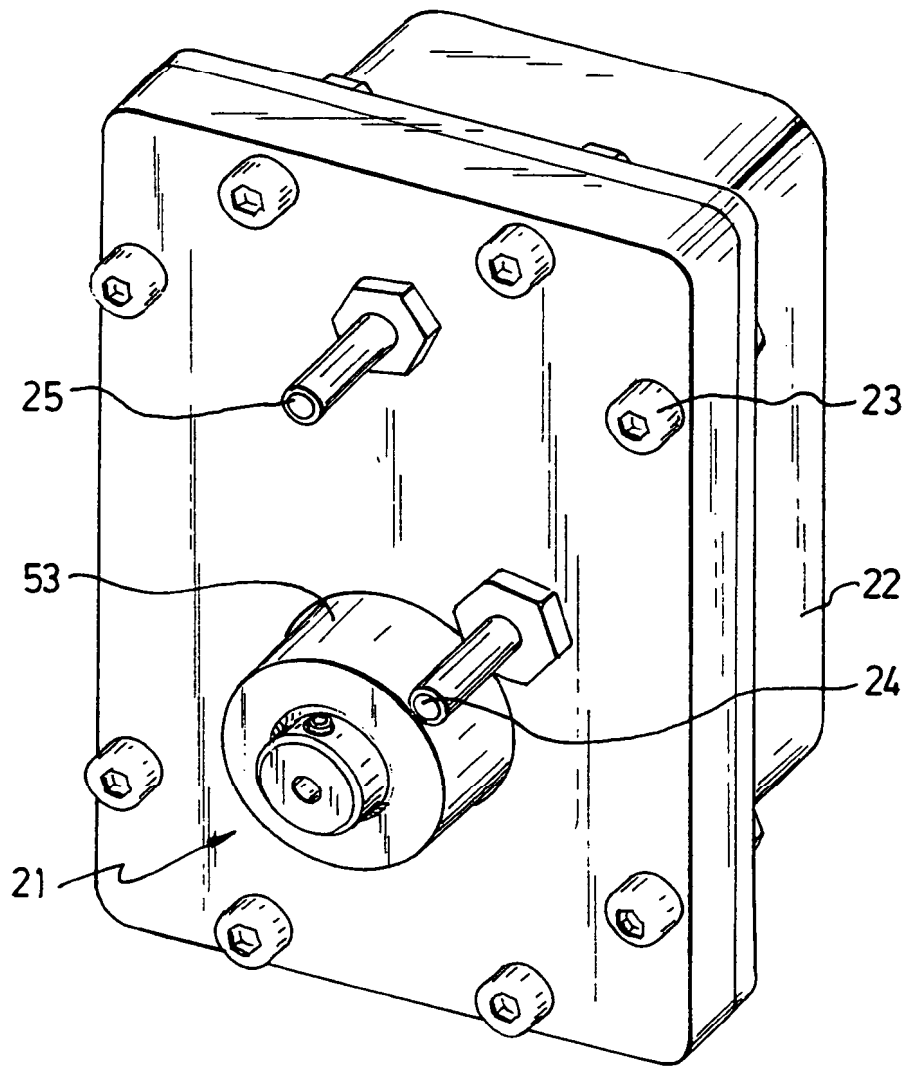
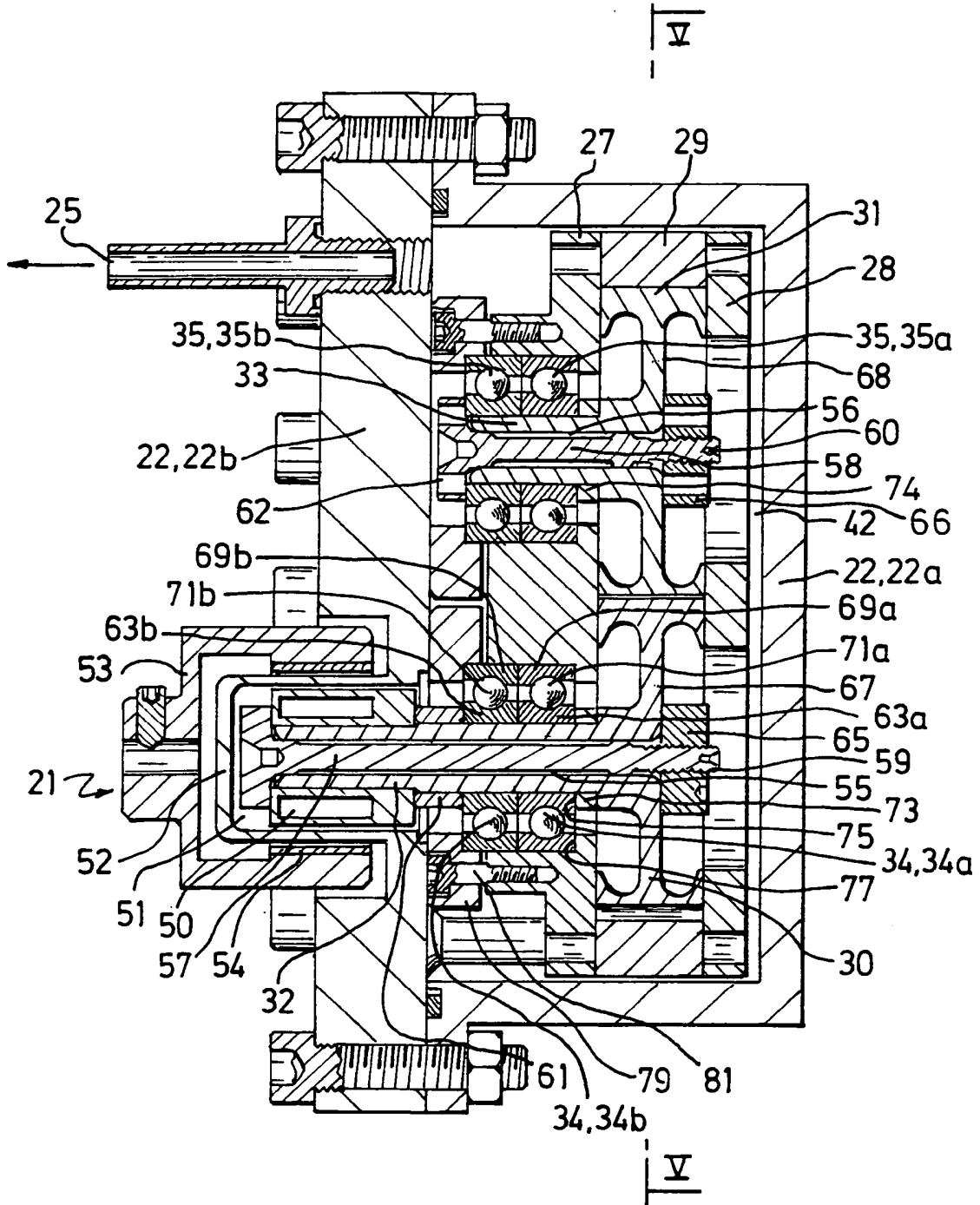


Fig 4



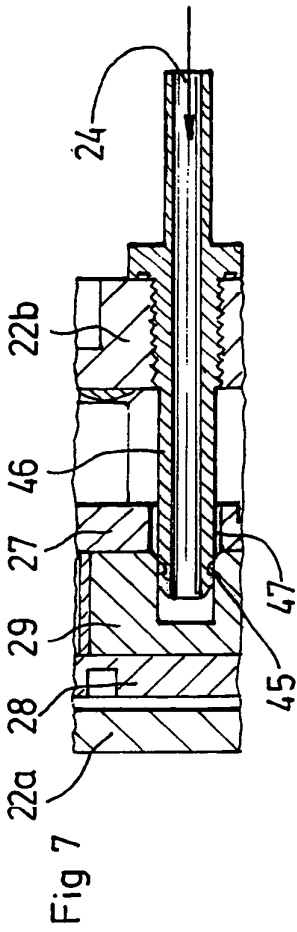


Fig 7

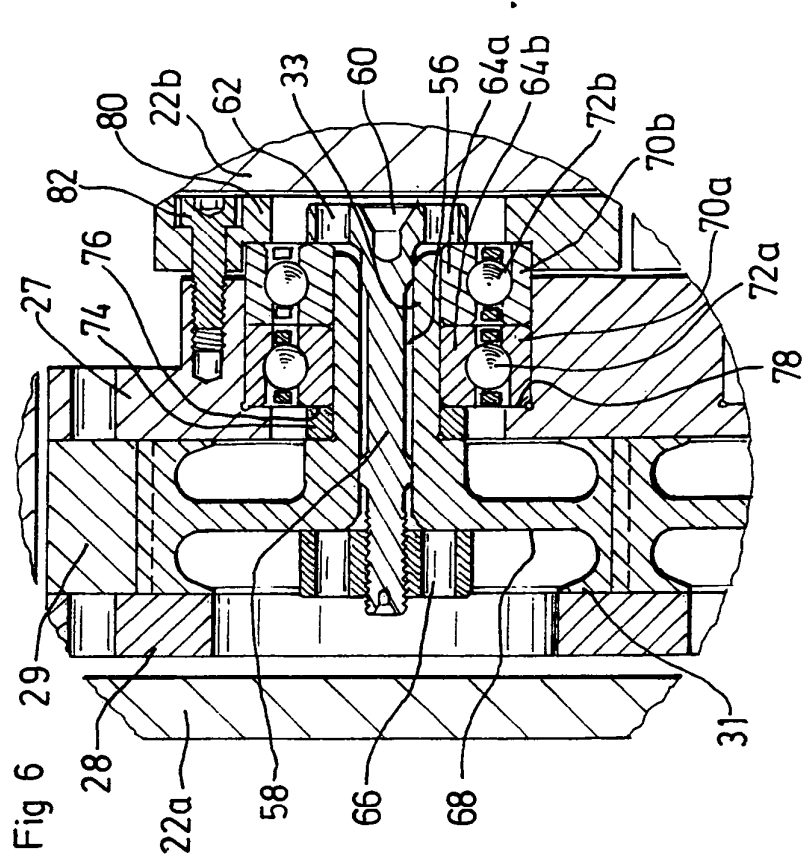


Fig 6

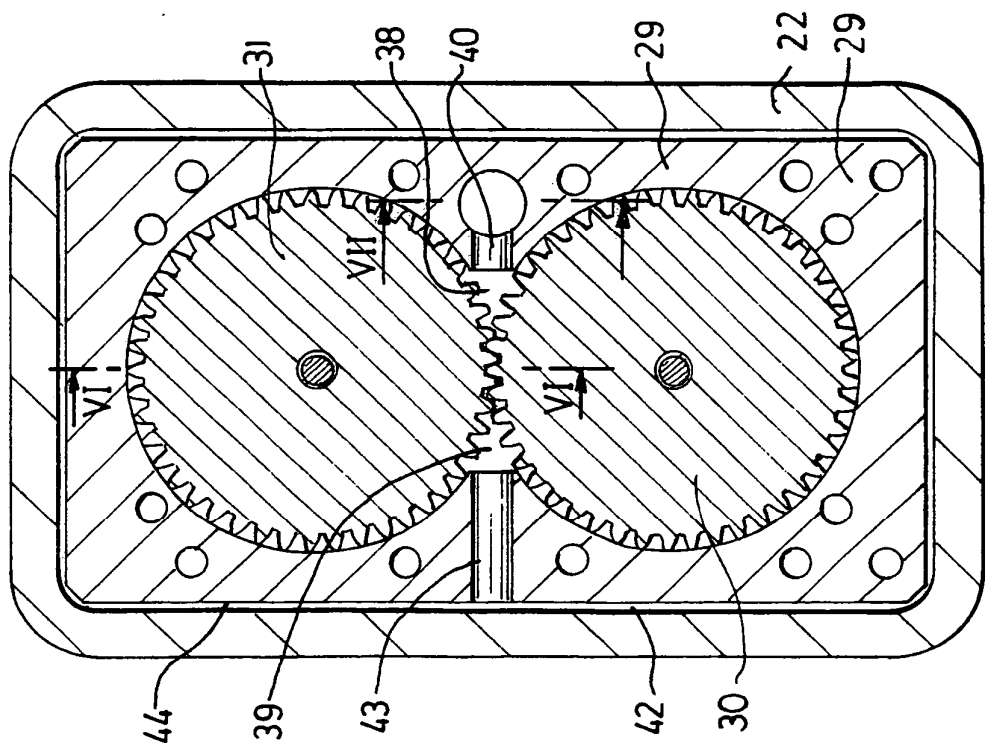


Fig 5

Fig 8

