

(19)



(11)

EP 3 081 817 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

13.01.2021 Bulletin 2021/02

(51) Int Cl.:

F04D 29/046 ^(2006.01) **F04D 29/049** ^(2006.01)
F04D 29/056 ^(2006.01) **F04D 29/059** ^(2006.01)
F04D 1/00 ^(2006.01) **F04D 17/10** ^(2006.01)
F04D 13/00 ^(2006.01) **F04D 25/00** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15163421.9**

(22) Date de dépôt: **13.04.2015**

(54) **MACHINE ÉQUIPÉE D'UN COMPRESSEUR**

MASCHINE MIT EINEM VERDICHTER

MACHINE COMPRISING A COMPRESSOR

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(74) Mandataire: **ICB SA**

**Faubourg de l'Hôpital, 3
2001 Neuchâtel (CH)**

(43) Date de publication de la demande:

19.10.2016 Bulletin 2016/42

(56) Documents cités:

EP-A1- 1 469 189 EP-A2- 0 318 638
EP-A2- 2 562 298 CN-A- 103 727 043
DE-A1-102010 005 409 DE-A1-102012 013 048
JP-A- 2010 168 904 JP-U- H04 137 295
KR-A- 20090 126 661 US-A- 4 925 321
US-A1- 2011 038 719

(73) Titulaire: **Belenos Clean Power Holding AG**
2502 Bienne (CH)

(72) Inventeur: **Gashi, Rexhep**
1762 Givisiez (CH)

EP 3 081 817 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à une machine comprenant un châssis renfermant au moins un élément fonctionnel et une unité de pilotage, et équipée d'un compresseur d'air, et plus particulièrement un compresseur d'air à haute vitesse.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Les compresseurs de fluide équipant de telles machines sont appelés généralement turbocompresseurs ou compresseurs centrifuges. Ils sont équipés d'un stator et d'un rotor formant un moteur synchrone à aimant permanent (moteur brushless). Les compresseurs de ce type peuvent atteindre de très hautes vitesses, par exemple de 100 000 à 500 000 tours/minute. Le moteur entraîne la turbine à régime élevé, la turbine comprimant le fluide. Le fluide peut être de l'air, de l'eau, un gaz, un réfrigérant ou tout autre fluide approprié. Ces compresseurs sont utilisés dans de nombreuses applications industrielles, médicales, pharmaceutiques, alimentaires, automobiles, notamment pour l'apport d'air comprimé, ou des applications frigorifiques, de chauffage ou de climatisation, pour l'apport de fluide comprimé.

[0003] Ces compresseurs sont généralement utilisés dans des installations de très grandes dimensions, le compresseur étant éloigné de l'équipement nécessitant du fluide comprimé. Le fluide comprimé est amené au moyen d'un circuit d'alimentation prévu dans le réseau. Généralement, ce circuit d'alimentation est long, ce qui entraîne des risques de fuites de fluide le long du circuit. Des fuites dans un circuit d'air comprimé entraînent des pertes de pression, ce qui génère des pertes financières très importantes.

[0004] De plus, en raison de la distance séparant le compresseur de l'équipement nécessitant le fluide comprimé, le réseau est maintenu en pression en permanence afin de pouvoir répondre rapidement au besoin de l'équipement. Le fonctionnement en permanence du compresseur représente une consommation d'énergie électrique importante.

[0005] Par ailleurs, dans ces compresseurs, l'arbre du moteur est monté rotatif sur un bâti au moyen de deux paliers axiaux. Ces paliers peuvent comprendre des roulements à billes. Toutefois, il est difficile d'obtenir des vitesses de rotation avec de tels roulements en raison de la différence de vitesse entre les billes et les bagues. De plus, bien que les billes utilisées soient en céramique, la durée de vie de tels roulements est limitée à une centaine d'heures en raison des vitesses de rotation élevées. D'autres types de palier peuvent être utilisés, tels que des paliers aérodynamiques. Toutefois, ce type de paliers présente l'inconvénient de se déplacer transversalement au moment du démarrage ou lors de changement de régime, ce qui crée des frottements au niveau des

éléments du palier..

[0006] Enfin, les compresseurs sont généralement lubrifiés au moyen d'un lubrifiant. L'inconvénient est que le lubrifiant risque de se mélanger au fluide, de sorte que le fluide comprimé est pollué par le lubrifiant. De même, des impuretés présentes dans le réseau central peuvent se mêler au fluide comprimé. Cela est particulièrement dangereux par exemple dans le cas d'applications médicales, telles que les applications dentaires, pour lesquelles l'air comprimé arrivant dans la bouche doit être sain.

[0007] Des compresseurs de fluide sont connus de EP0318638A2, JPH04137295U, DE102012013048A1 et US4925321 A.

Résumé de l'invention

[0008] L'invention a notamment pour objectif de pallier les différents inconvénients des machines équipées de compresseurs à haute vitesse connues.

[0009] Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir une machine comprenant un équipement nécessitant du fluide comprimé et qui présente un fonctionnement autonome.

[0010] L'invention a également pour objectif de fournir une machine comprenant un équipement nécessitant du fluide comprimé et qui permet de réduire la consommation d'énergie électrique et de limiter les pertes énergétiques liées aux fuites le long du circuit de fluide

[0011] L'invention a également pour objectif de fournir une machine comprenant un compresseur de fluide à haute vitesse ne nécessitant pas d'agent lubrifiant et n'entraînant aucune pollution du fluide comprimé.

[0012] A cet effet, la présente invention concerne une machine comme définie dans la revendication 1, une telle machine comprend un châssis comprenant au moins un élément fonctionnel et une unité de pilotage.

[0013] Selon l'invention, ladite machine comprend un compresseur d'air. C'est à dire, selon l'invention, le fluide est de l'air. Les références générales au fluide doivent donc être interprétées de manière correspondante.

[0014] Selon l'invention, le compresseur est intégré dans le châssis, ledit compresseur de fluide comprenant un bâti dans lequel sont montés un stator, un rotor interagissant avec ledit stator et comprenant un arbre, au moins une turbine portée par ledit arbre, un canal d'amenée de fluide vers la turbine, et un canal de sortie de fluide comprimé, l'arbre du rotor étant monté en rotation sur le bâti autour d'un axe au moyen d'un premier et d'un second paliers, ledit premier, respectivement ledit second, palier comprenant :

- un premier, respectivement un second, élément sphérique prévu à une première, respectivement une seconde, extrémité de l'arbre et disposé de manière centrée par rapport à l'axe de l'arbre, et
- un premier, respectivement un deuxième, logement prévu dans le bâti et présentant la forme d'une ca-

lotte disposée de manière centrée par rapport à l'axe de l'arbre et agencée pour supporter ledit premier, respectivement ledit second, élément sphérique,

et ledit châssis comporte une entrée de fluide agencée pour alimenter le compresseur de fluide et un circuit d'alimentation agencé pour apporter le fluide comprimé à l'élément fonctionnel.

[0015] Ainsi, la machine selon l'invention est particulièrement compacte, permet de réduire la longueur du circuit d'alimentation de fluide comprimé de manière à limiter les pertes, et fonctionne de manière autonome.

[0016] De plus, elle intègre un compresseur de fluide pouvant tourner à très haute vitesse, sans utiliser d'agent de lubrification susceptible de polluer le fluide comprimé.

[0017] D'une manière avantageuse, le premier logement peut être prévu dans le canal d'amenée de fluide.

[0018] Selon un mode de réalisation particulièrement préféré, ledit premier logement peut être prévu dans un premier élément-support disposé de manière centrée par rapport à l'axe de l'arbre dans le canal d'amenée de fluide, et maintenu aux parois dudit canal d'amenée de fluide au moyen de branches entre lesquelles le fluide peut circuler.

[0019] D'une manière avantageuse, le deuxième logement peut être prévu dans un deuxième élément-support disposé dans le bâti de manière centrée par rapport à l'axe de l'arbre et à l'opposé du premier élément-support.

[0020] Selon un mode de réalisation préféré, le deuxième élément-support peut être monté de manière coulissante dans le bâti et être relié audit bâti par des moyens élastiques agencés pour absorber les variations de jeu entre le rotor et le stator.

[0021] Selon l'invention, le compresseur de fluide comprend en outre au moins deux paliers aérodynamiques prévus sensiblement de chaque côté de l'arbre du rotor.

[0022] Selon l'invention, un premier palier aérodynamique est prévu en amont de la turbine, ledit premier palier aérodynamique étant porté par un troisième élément-support disposé de manière centrée par rapport à l'axe de l'arbre dans le canal d'amenée de fluide, et maintenu aux parois dudit canal d'amenée de fluide au moyen de branches entre lesquelles le fluide peut circuler.

[0023] D'une manière avantageuse, un deuxième palier aérodynamique peut être prévu au niveau de l'extrémité de l'arbre du rotor, du côté opposé au canal d'amenée de fluide.

[0024] Selon un mode de réalisation préféré, au moins l'une des première et seconde extrémités de l'arbre du rotor peut comprendre un troisième logement présentant la forme d'une calotte disposée de manière centrée par rapport à l'axe de l'arbre et agencée pour recevoir ledit élément sphérique monté libre dans ledit troisième logement.

[0025] Selon un autre mode de réalisation, l'élément sphérique peut être solidaire d'au moins l'une des première et seconde extrémités de l'arbre du rotor.

[0026] Selon un mode de réalisation préféré, le circuit

d'alimentation de fluide peut comprendre un réservoir de fluide comprimé et éventuellement un multiplicateur de pression prévu entre le compresseur de fluide et le réservoir de fluide comprimé.

[0027] Selon un mode de réalisation préféré, l'unité de pilotage peut comprendre des moyens d'activation du compresseur de fluide agencés pour activer ledit compresseur de fluide seulement en cas de besoin par l'élément fonctionnel.

Brève description des dessins

[0028] Les buts, avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront plus clairement dans la description détaillée suivante d'une forme de réalisation de l'invention donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue en perspective d'un compresseur de fluide à haute vitesse utilisé dans une machine selon l'invention,
- la figure 2 représente une vue en coupe du compresseur de la figure 1,
- les figures 3 et 4 sont des vues agrandies des zones B et C respectivement de la figure 2, et
- la figure 5 illustre schématiquement une machine selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0029] En référence aux figures 1 et 2, il est représenté un compresseur de fluide 1 à haute vitesse, du type turbocompresseur ou compresseur centrifuge. Dans la description qui suit, le terme « compresseur de fluide » désigne un compresseur utilisé pour augmenter la pression d'air.

[0030] D'une manière connue en soi, le compresseur comprend un bâti 2 dans lequel sont montés un stator et un rotor, représentés schématiquement sous les références 4 et 5, respectivement. Le stator 4 et le rotor 5 interagissent pour former un moteur synchrone à aimant permanent (moteur brushless).

[0031] Le rotor 5 comprend un arbre 6 monté en rotation sur le bâti 2 autour d'un axe A au moyen d'un premier palier 7 et d'un second palier 8, le premier palier 7 étant agencé pour supporter la première extrémité axiale 9 de l'arbre 6 et le second palier 8 étant agencé pour supporter la seconde extrémité axiale 10 de l'arbre 6. Les premier et second paliers 7 et 8 seront décrits en détails ci-après.

[0032] L'arbre 6 porte une turbine 12 disposée du côté de la première extrémité axiale 9. Il est bien sûr possible de prévoir plusieurs turbines.

[0033] Le compresseur 1 comprend également un canal d'amenée de fluide 14 en direction de la turbine 12, un corps 15, ainsi qu'un canal de sortie de fluide comprimé 16, ces éléments étant solidaires du bâti 2.

[0034] Ces différents éléments du compresseur de fluide sont connus de l'homme du métier et ne nécessitent

pas ici de description détaillée.

[0035] Conformément à l'invention, le premier palier 7 comprend un premier élément sphérique 18 disposé à la première extrémité 9 de l'arbre 6, de manière centrée par rapport à l'axe A de l'arbre 6 et un premier logement 20 prévu sur le bâti 2 présentant la forme d'une calotte disposée de manière centrée par rapport à l'axe A de l'arbre 6 et agencée pour supporter ledit premier élément sphérique 18.

[0036] D'une manière similaire, le second palier 8 comprend un second élément sphérique 22 disposé à la seconde extrémité 10 de l'arbre 6, de manière centrée par rapport à l'axe A de l'arbre 6 et un deuxième logement 24 prévu sur le bâti 2 présentant la forme d'une calotte disposée de manière centrée par rapport à l'axe A de l'arbre 6 et agencée pour supporter ledit second élément sphérique 22.

[0037] Comme le montre plus précisément la figure 3, le premier logement 20 supportant le premier élément sphérique 18 est prévu dans le canal d'amenée de fluide 14. A cet effet, un premier élément-support 26 présentant une forme ovoïde tronquée est disposé de manière centrée par rapport à l'axe A de l'arbre 6 dans le canal d'amenée de fluide 14. Le premier logement 20 présente la forme d'une calotte, de surface pleine, réalisée à l'extrémité du premier élément-support 26 qui est dirigée vers l'intérieur. Le rayon de la calotte formant le premier logement 20 est supérieur au rayon du premier élément sphérique 18. Les dimensions du premier logement 20 et du premier élément sphérique 18 sont telles que ledit premier élément sphérique 18 est en contact tangentiel avec le fond incurvé du premier logement 20. De préférence, la calotte formant le premier logement 20 et le premier élément sphérique 18 sont parfaitement sphériques afin d'avoir un tel contact tangentiel entre ledit premier logement 20 et ledit premier élément sphérique 18. Le premier élément-support 26 est maintenu aux parois intérieures dudit canal d'amenée de fluide 14 au moyen de trois branches 28 (cf. Figure 1). Ces branches 28 sont espacées les unes des autres de manière à permettre au fluide d'entrer dans le compresseur.

[0038] Selon le mode de réalisation représenté, la première extrémité axiale 9 de l'arbre 6 comprend un troisième logement 29 présentant la forme d'une calotte, de surface pleine, disposée de manière centrée par rapport à l'axe A de l'arbre 6 et agencée pour recevoir le premier élément sphérique 18 monté libre dans ledit troisième logement 29. Le rayon de la calotte formant le troisième logement 29 est supérieur au rayon du premier élément sphérique 18. Les dimensions du troisième logement 29 et du premier élément sphérique 18 sont telles que ledit premier élément sphérique 18 est au contact du fond incurvé du troisième logement 29. Ainsi, le premier élément sphérique 18 se présente sous la forme d'une bille montée libre entre les deux calottes formant les premier et troisième logements 20, 29 entre lesquels le premier élément sphérique 18 est maintenu. De préférence, la calotte formant le troisième logement 29 et le premier

élément sphérique 18 sont parfaitement sphériques afin d'avoir un contact tangentiel entre ledit troisième logement 29 et ledit premier élément sphérique 18. Le rayon de la calotte formant le troisième logement 29 peut être égal ou différent du rayon de la calotte formant le premier logement 20.

[0039] Comme le montre plus précisément la figure 4, le deuxième logement 24 supportant le second élément sphérique 22 est prévu dans un deuxième élément-support 30 disposé dans le bâti 2 de manière centrée par rapport à l'axe A de l'arbre 6, et à l'opposé du premier élément-support 26. Le deuxième logement 24 est formé dans le deuxième élément-support 30 sous la forme d'une calotte, de surface pleine, disposée en regard de l'arbre 6. Le rayon de la calotte formant le deuxième logement 24 est supérieur au rayon du second élément sphérique 22. Les dimensions du deuxième logement 24 et du second élément sphérique 22 sont telles que ledit second élément sphérique 22 est en contact tangentiel avec le fond incurvé du deuxième logement 24. De préférence, la calotte formant le deuxième logement 24 et le second élément sphérique 22 sont parfaitement sphériques afin d'avoir un tel contact tangentiel entre ledit deuxième logement 24 et ledit second élément sphérique 22. Le deuxième élément-support 30 est monté de manière coulissante dans le bâti 2 auquel il est relié par des moyens élastiques 32, tel qu'un ressort, permettant d'absorber les variations de jeu entre le rotor 5 et le stator 4.

[0040] Selon le mode de réalisation représenté, la seconde extrémité axiale 10 de l'arbre 6 comprend un quatrième logement 34 présentant la forme d'une calotte, de surface pleine, disposée de manière centrée par rapport à l'axe A de l'arbre 6 et agencée pour recevoir le second élément sphérique 22 monté libre dans ledit quatrième logement 34. Le rayon de la calotte formant le quatrième logement 34 est supérieur au rayon du second élément sphérique 22. Les dimensions du quatrième logement 34 et du second élément sphérique 22 sont telles que ledit second élément sphérique 22 est au contact du fond incurvé du quatrième logement 34. Ainsi, le second élément sphérique 22 se présente sous la forme d'une bille montée libre entre les deux calottes formant les deuxième et quatrième logements 24, 34 entre lesquels le second élément sphérique 22 est maintenu. De préférence, la calotte formant le quatrième logement 34 et le second élément sphérique 22 sont parfaitement sphériques afin d'avoir un contact tangentiel entre ledit quatrième logement 34 et ledit second élément sphérique 22. Le rayon de la calotte formant le quatrième logement 34 peut être égal ou différent du rayon de la calotte formant le deuxième logement 24.

[0041] Selon une autre variante de réalisation non représentée, le premier élément sphérique 18 est solidaire de la première extrémité axiale 9 de l'arbre 6. D'une manière similaire, le second élément sphérique 22 peut être solidaire de la seconde extrémité axiale 10 de l'arbre 6. A cet effet, l'élément sphérique 18, 22 peut être collé, chassé sur l'extrémité de l'arbre 6, ou formé d'une seule

pièce avec ledit arbre 6.

[0042] L'élément sphérique est réalisé de préférence en céramique, ou en tout autre matériau approprié, ledit matériau pouvant présenter un traitement de surface à effet glissant (par exemple un revêtement en polytétrafluoroéthylène, tel que le Téflon®, ou tout autre revêtement approprié connu de l'homme du métier pour présenter un coefficient de frottement extrêmement faible).

[0043] Selon l'invention, le compresseur de fluide 1 comprend en outre un premier et un second paliers aérodynamiques prévus sensiblement de chaque côté de l'arbre 6 du rotor, vers les première et seconde extrémités axiales 9 et 10, et représentés schématiquement sous les références 36 et 38.

[0044] Selon l'invention, et comme représenté sur la figure 3, le premier palier aérodynamique 36 est prévu en amont de la turbine 12. A cet effet, il est prévu un troisième élément-support 40 présentant un corps central 42 disposé de manière centrée par rapport à l'axe A de l'arbre 6 dans le canal d'amenée de fluide 14, en aval du premier élément-support 26. Le premier palier aérodynamique 36 est logé dans le corps central 42. Le troisième élément-support 40 est maintenu aux parois intérieures dudit canal d'amenée de fluide 14 au moyen de trois branches 44. Ces branches 44 sont espacées les unes des autres de manière à permettre au fluide d'entrer dans le compresseur. Ces branches 44 comprennent des canaux permettant d'amener de l'air au premier palier aérodynamique 36.

[0045] Le deuxième palier aérodynamique 38 est prévu à proximité de la seconde extrémité axiale 10, et peut être disposé pour assurer un maintien axial et radial. Selon une variante non représentée, il est possible d'associer le deuxième élément-support 30 à un système d'électro-aimant qui permet, à bas régime ou en cas de changement de régime, de positionner ledit deuxième élément-support 30 pour supporter le second élément sphérique 22 afin d'assurer le positionnement central de l'arbre 6 pour garantir le jeu fonctionnel axial et radial au niveau du deuxième palier aérodynamique 38. Dans les autres cas, le système d'électro-aimant est agencé pour éloigner le deuxième élément-support 30 du second élément sphérique 22, le palier aérodynamique 38 étant alors suffisant pour garantir le jeu fonctionnel axial et radial.

[0046] Les paliers aérodynamiques utilisés sont connus de l'homme du métier et ne nécessitent pas ici de description détaillée.

[0047] En référence à la figure 5, la machine 50 selon l'invention comprend un châssis 52 renfermant au moins un élément fonctionnel 53 permettant d'accomplir la fonction de la machine, et une unité de pilotage 54. Conformément à l'invention, la machine comprend un compresseur de fluide 1, tel que décrit ci-dessus, ledit compresseur de fluide 1 étant intégré dans la machine, à l'intérieur du châssis 52. A cet effet, le châssis 52 comporte une entrée de fluide agencée pour alimenter le compresseur de fluide 1 et amener le fluide au niveau du canal d'ame-

née de fluide 14. Le châssis 52 renferme également un circuit d'alimentation 56 agencé pour amener le fluide comprimé sortant du compresseur de fluide 1 à l'élément fonctionnel 53.

5 **[0048]** Le châssis 52 renferme également un réservoir de fluide comprimé 58 ainsi qu'un multiplicateur de pression 59 prévu entre le compresseur de fluide 1 et le réservoir de fluide comprimé 58.

10 **[0049]** Le châssis 52 renferme en outre une unité de commande 60 du compresseur de fluide 1 agencée pour activer le compresseur de fluide 1.

[0050] L'unité de pilotage 54 est agencée pour communiquer avec l'unité de commande 60 afin d'activer le compresseur de fluide 1 seulement en cas de besoin par l'élément fonctionnel 53.

15 **[0051]** D'une manière préférée, le compresseur de fluide 1 est disposé dans la machine 50 en positionnant l'axe A de l'arbre 6 du rotor 5 à la verticale. Cette position verticale ainsi que les paliers utilisés selon l'invention comprenant un unique élément sphérique centré permettent de maintenir au centre le poids du rotor 5 et de réduire au maximum les risques de déplacement de l'arbre 6. On a alors un autocentrage de l'arbre 6, les paliers utilisés selon l'invention permettant un maintien axial et radial. De plus, l'utilisation de paliers aérodynamiques en combinaison avec les paliers utilisés selon l'invention permet de maintenir un jeu fonctionnel radial et axial lors du démarrage ou de changement de régime du rotor 5.

20 **[0052]** Le compresseur de fluide utilisé selon l'invention permet d'atteindre des vitesses de rotation très élevées, comprises entre 100 000 tr/min et 1 000 000 tr/min. Ces très hautes vitesses permettent de prévoir un compresseur de fluide de dimensions plus petites pour une même puissance, autorisant son intégration dans le châssis d'une machine. Toute connexion de la machine à un compresseur appartenant à un réseau central est supprimée. Ainsi, le circuit d'amenée du fluide comprimé à l'élément fonctionnel est très court. Cela réduit d'une part les risques de fuite, et d'autre part évite les pollutions susceptibles d'apparaître au cours du transport du fluide comprimé à travers un réseau central. Cela permet également un temps de réaction très rapide du compresseur, de sorte que ce dernier peut fonctionner uniquement à la demande de l'élément fonctionnel. Lorsqu'aucun fluide comprimé n'est demandé par l'élément fonctionnel 53, le compresseur de fluide 1 est à l'arrêt de sorte qu'il n'y a pas de consommation d'énergie pendant cette période de repos, d'où une réduction de la consommation d'énergie globale de la machine. De plus, le compresseur de fluide utilisé selon l'invention fonctionne sans agent de lubrification, de sorte qu'aucun lubrifiant ne risque de polluer le fluide comprimé.

45 **[0053]** La machine selon l'invention peut être utilisée dans de nombreuses applications, telles que des applications industrielles, médicales, pharmaceutiques, alimentaires, automobiles, pour l'apport d'air comprimé.

Revendications

1. Machine (50) comprenant un châssis (52) comprenant au moins un élément fonctionnel (53) et une unité de pilotage (54), un compresseur d'air intégré dans le châssis (52), ledit compresseur d'air comprenant un bâti (2) dans lequel sont montés un stator (4), un rotor (5) interagissant avec ledit stator (4) pour former un moteur synchrone, et comprenant un arbre (6), au moins une turbine (12) portée par ledit arbre (6), un canal d'amenée d'air (14) vers la turbine (12), et un canal de sortie d'air comprimé (16), l'arbre (6) du rotor (5) étant monté en rotation sur le bâti (2) autour d'un axe (A) au moyen d'un premier (7) et d'un second (8) paliers, ledit premier (7), respectivement ledit second (8), palier comprenant :
 - un premier (18), respectivement un second (22), élément sphérique prévu à une première (9), respectivement une seconde (10), extrémité de l'arbre et disposé de manière centrée par rapport à l'axe (A) de l'arbre (6), et
 - un premier (20), respectivement un deuxième (24), logement prévu dans le bâti (2) présentant la forme d'une calotte avec un fond incurvé disposée de manière centrée par rapport à l'axe (A) de l'arbre (6) et agencée pour supporter ledit premier (18), respectivement ledit second (22), élément sphérique,
 ledit châssis (52) comportant une entrée d'air agencée pour alimenter le compresseur d'air (1) et un circuit d'alimentation (56) agencé pour apporter l'air comprimé à l'élément fonctionnel (53),
caractérisée en ce que le rayon de la calotte formant le premier logement (20) étant supérieur au rayon du premier élément sphérique (18), ledit premier élément sphérique (18) étant en contact tangentiel avec le fond incurvé dudit premier logement (20) et le rayon de la calotte formant le deuxième logement (24) étant supérieur au rayon du second élément sphérique (22), ledit second élément sphérique (22) étant en contact tangentiel avec le fond incurvé dudit deuxième logement (24), **en ce que** le compresseur d'air (1) comprend au moins deux paliers aérodynamiques (36, 38) prévus sensiblement de chaque côté de l'arbre (6) du rotor (5), et **en ce qu'un** premier palier aérodynamique (36) est prévu en amont de la turbine (12), ledit premier palier aérodynamique (36) étant porté par un troisième élément-support (40) disposé de manière centrée par rapport à l'axe (A) de l'arbre (6) dans le canal d'amenée d'air (14), et maintenu aux parois dudit canal d'amenée d'air (14) au moyen de branches (44) entre lesquelles l'air peut circuler.
2. Machine selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le premier logement (20) est prévu dans le canal d'amenée d'air (14).
3. Machine selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** ledit premier logement (20) est prévu dans un premier élément-support (26) disposé de manière centrée par rapport à l'axe (A) de l'arbre (6) dans le canal d'amenée d'air (14), et maintenu aux parois dudit canal d'amenée d'air (14) au moyen de branches (28) entre lesquelles l'air peut circuler.
4. Machine selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le deuxième logement (24) est prévu dans un deuxième élément-support (30) disposé dans le bâti (2) de manière centrée par rapport à l'axe (A) de l'arbre (6) et à l'opposé du premier élément-support (26).
5. Machine selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le deuxième élément-support (30) est monté de manière coulissante dans le bâti (2) et est relié audit bâti (2) par des moyens élastiques (32) agencés pour absorber les variations de jeu entre le rotor (5) et le stator (4).
6. Machine selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisée en ce qu'un** deuxième palier aérodynamique (38) est prévu au niveau de l'extrémité de l'arbre (6) du rotor (5), du côté opposé au canal d'amenée d'air (14).
7. Machine selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** au moins l'une des première (9) et seconde (10) extrémités de l'arbre (6) du rotor (5) comprend un troisième logement (29, 34) présentant la forme d'une calotte disposée de manière centrée par rapport à l'axe (A) de l'arbre (6) et agencée pour recevoir ledit élément sphérique (18, 22) monté libre dans ledit troisième logement (29, 34).
8. Machine selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** l'élément sphérique (18, 22) est solidaire d'au moins l'une des première (9) et seconde (10) extrémités de l'arbre (6) du rotor (5).
9. Machine selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le circuit d'alimentation (56) comprend un réservoir d'air comprimé (58) et éventuellement un multiplicateur de pression (59) prévu entre le compresseur d'air (1) et le réservoir d'air comprimé (58).
10. Machine selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'unité de pilotage (54) comprend des moyens d'activation (60) du compresseur d'air (1) agencés pour activer ledit compresseur d'air (1) seulement en cas de besoin par l'élément fonctionnel (53).

Patentansprüche

1. Maschine (50), umfassend ein Chassis (52), das mindestens ein Funktionselement (53) und eine Steuerungseinheit (54) umfasst, einen im Chassis (52) integrierten Luftkompressor, wobei der Luftkompressor ein Gehäuse (2) umfasst, in dem ein Stator (4), ein Rotor (5), der mit dem Stator (4) zusammenwirkt, um einen Synchronmotor zu bilden, montiert ist, und eine Welle (6), mindestens eine Turbine (12), die durch die Welle (6) getragen wird, einen Luftzufuhrkanal (14) zur Turbine (12), und einen Druckluftausgangskanal (16) umfassend, wobei die Welle (6) des Rotors (5) anhand eines ersten (7) und eines zweiten (8) Lagers um eine Achse (A) drehend auf dem Gehäuse (2) montiert ist, wobei das erste (7), beziehungsweise das zweite (8) Lager Folgendes umfassen:
 - ein erstes (18), beziehungsweise ein zweites (22) sphärisches Element, das an einem ersten (9), beziehungsweise einem zweiten (10) Ende der Welle vorgesehen ist, und in zentrierter Form in Bezug auf die Achse (A) der Welle (6) disponiert ist, und
 - eine erste (20), beziehungsweise eine zweite (24) Aufnahme, die in dem Gehäuse (2) vorgesehen sind, die die Form einer Kalotte mit einem gekrümmten Boden aufweist, die in zentrierter Form in Bezug auf die Achse (A) der Welle (6) disponiert, und angeordnet ist, um das erste (18), beziehungsweise das zweite (22) sphärische Element zu stützen,

wobei das Chassis (52) einen Lufteingang beinhaltet, der vorgesehen ist, um den Luftkompressor (1) und einen Versorgungskreis (56) zu versorgen, der angeordnet ist, um Druckluft zum Funktionselement (53) zuzuführen,

dadurch gekennzeichnet, dass der Radius der Kalotte, die die erste Aufnahme (20) bildet, größer als der Radius des ersten sphärischen Elements (18) ist, wobei das erste sphärische Element (18) in tangentialem Kontakt mit dem gekrümmten Boden der ersten Aufnahme (20) ist und der Radius der Kalotte, die die zweite Aufnahme (24) bildet, größer als der Radius des zweiten sphärischen Elements (22) ist, wobei das zweite sphärische Element (22) in tangentialem Kontakt mit dem gekrümmten Boden der zweiten Aufnahme (24) ist,

dadurch, dass der Luftkompressor (1) mindestens zwei aerodynamische Lager (36, 38) umfasst, die im Wesentlichen auf jeder Seite der Welle (6) des Rotors (5) vorgesehen sind, und

dadurch, dass ein erstes aerodynamisches Lager (36) stromaufwärts der Turbine (12) vorgesehen ist, wobei das erste aerodynamische Lager (36) durch ein drittes Stützelement (40) getragen wird, das in zentrierter Form in Bezug auf die Achse (A) der Welle (6) in dem Luftzufuhrkanal (14) disponiert ist, und anhand von Armen (44) an den Wänden des Luftzufuhrkanals (14) festgehalten wird, zwischen denen die Luft zirkulieren kann.
2. Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Aufnahme (20) in dem Luftzufuhrkanal (14) vorgesehen ist.
3. Maschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Aufnahme (20) in einem ersten Stützelement (26) vorgesehen ist, das in zentrierter Form in Bezug auf die Achse (A) der Welle (6) in dem Luftzufuhrkanal (14) disponiert ist, und anhand von Armen (28) an den Wänden des Luftzufuhrkanals (14) festgehalten wird, zwischen denen die Luft zirkulieren kann.
4. Maschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Aufnahme (24) in einem zweiten Stützelement (30) vorgesehen ist, das in zentrierter Form in Bezug auf die Achse (A) der Welle (6) und gegenüber dem ersten Stützelement (26) in dem Gehäuse (2) disponiert ist.
5. Maschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Stützelement (30) in gleitender Form in dem Gehäuse (2) montiert ist, und durch elastische Mittel (32) mit dem Gehäuse (2) verbunden ist, die angeordnet sind, um die Spielvariationen zwischen dem Rotor (5) und dem Stator (4) zu absorbieren.
6. Maschine nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zweites aerodynamisches Lager (38) im Bereich des Endes der Welle (6) des Rotors (5) auf der gegenüberliegenden Seite des Luftzufuhrkanals (14) vorgesehen ist.
7. Maschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eines des ersten (9) und zweiten (10) Endes der Welle (6) des Rotors (5) eine dritte Aufnahme (29, 34) umfasst, die die Form einer Kalotte aufweist, die in zentrierter Form in Bezug auf die Achse (A) der Welle (6) disponiert ist, und angeordnet ist, um das sphärische Element (18, 22) aufzunehmen, das in der dritten Aufnahme (29, 34) frei montiert ist.
8. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das sphärische Element (18, 22) fest mit mindestens einem des ersten (9) und zweiten (10) Endes der Welle (6) des Rotors (5) verbunden ist.
9. Maschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versorgungskreis (56) einen ersten (57) und zweiten (58) Versorgungs- und Abfuhrkanal umfasst, die in dem Chassis (52) angeordnet sind, um das Funktionselement (53) zu versorgen, wobei der erste (57) und zweite (58) Versorgungs- und Abfuhrkanal in dem Chassis (52) angeordnet sind, um das Funktionselement (53) zu versorgen, wobei der erste (57) und zweite (58) Versorgungs- und Abfuhrkanal in dem Chassis (52) angeordnet sind, um das Funktionselement (53) zu versorgen, wobei der erste (57) und zweite (58) Versorgungs- und Abfuhrkanal in dem Chassis (52) angeordnet sind, um das Funktionselement (53) zu versorgen.

kreis (56) einen Druckluftspeicher (58) und eventuell einen Druckmultiplikator (59) umfasst, der zwischen dem Luftkompressor (1) und dem Druckluftspeicher (58) vorgesehen ist.

10. Maschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit (54) Aktivierungsmittel (60) des Luftkompressors (1) umfasst, die angeordnet sind, um den Luftkompressor (1) nur im Bedarfsfall durch das Funktionselement (53) zu aktivieren.

Claims

1. Machine (50) comprising a main frame (52) comprising at least one functional element (53) and one control unit (54), an air compressor integrated in the main frame (52), said air compressor comprising a frame (2) in which there are mounted a stator (4), a rotor (5) interacting with said stator (4) to form a synchronous motor, and comprising a shaft (6), at least one turbine (12) carried by said shaft (6), an air-supply channel (14) to the turbine (12), and an outlet channel (16) for compressed air, the shaft (6) of the rotor (5) being mounted rotatably on the frame (2) about an axis (A) by means of a first (7) and a second (8) bearing, said first (7), respectively said second (8), bearing comprising:

- a first (18), respectively a second (22), spherical element provided on a first (9), respectively a second (10), end of the shaft and disposed centred relative to the axis (A) of the shaft (6), and

- a first (20), respectively a second (24), housing provided in the frame (2) and having the form of a cap with an inwardly curved base disposed centred relative to the axis (A) of the shaft (6) and provided in order to support said first (18), respectively said second (22), spherical element,

said main frame (52) comprising an air inlet provided in order to supply the air compressor (1) and a supply circuit (56) provided in order to supply the compressed air to the functional element (53),

characterised in that the radius of the cap forming the first housing (20) is greater than the radius of the first spherical element (18), said first spherical element (18) being in tangential contact with the inwardly curved base of said first housing (20) and the radius of the cap forming the second housing (24) being greater than the radius of the second spherical element (22), said second spherical element (22) being in tangential contact with the inwardly curved base of said second housing (24),

in that the air compressor (1) comprises at least two

aerodynamic bearings (36, 38) substantially provided on each side of the shaft (6) of the rotor (5), and **in that** a first aerodynamic bearing (36) is provided upstream of the turbine (12), said first aerodynamic bearing (36) being carried by a third support element (40) disposed centred relative to the axis (A) of the shaft (6) in the air-supply channel (14), and retained on the walls of said air-supply channel (14) by means of branches (44) between which the air can circulate.

2. Machine according to claim 1, **characterised in that** the first housing (20) is provided in the air-supply channel (14).

3. Machine according to claim 2, **characterised in that** said first housing (20) is provided in a first support element (26) disposed centred relative to the axis (A) of the shaft (6) in the air-supply channel (14), and retained on the walls of said air-supply channel (14) by means of branches (28) between which the air can circulate.

4. Machine according to any of the preceding claims, **characterised in that** the second housing (24) is provided in a second support element (30) disposed in the frame (2) centred relative to the axis (A) of the shaft (6) and opposite the first support element (26).

5. Machine according to claim 4, **characterised in that** the second support element (30) is mounted to slide in the frame (2) and is connected to said frame (2) by elastic means (32) which are provided in order to absorb clearance variations between the rotor (5) and the stator (4).

6. Machine according to one of the claims 3 to 5, **characterised in that** a second aerodynamic bearing (38) is provided at the level of the end of the shaft (6) of the rotor (5), on the opposite side to the air-supply channel (14).

7. Machine according to one of the preceding claims, **characterised in that** at least one of the first (9) and second (10) ends of the shaft (6) of the rotor (5) comprises a third housing (29, 34) having the form of a cap disposed centred relative to the axis (A) of the shaft (6) and provided in order to receive said spherical element (18, 22) which is mounted freely in said third housing (29, 34).

8. Machine according to one of the claims 1 to 6, **characterised in that** the spherical element (18, 22) is integral with at least one of the first (9) and second (10) ends of the shaft (6) of the rotor (5).

9. Machine according to one of the preceding claims, **characterised in that** the supply circuit (56) comprises a compressed air reservoir (58) and possibly

a pressure multiplier (59) provided between the air compressor (1) and the compressed air reservoir (58).

10. Machine according to one of the preceding claims, ⁵
characterised in that the control unit (54) comprises
actuation means (60) for the air compressor (1) pro-
vided in order to actuate said air compressor (1) only
when required by the functional element (53).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

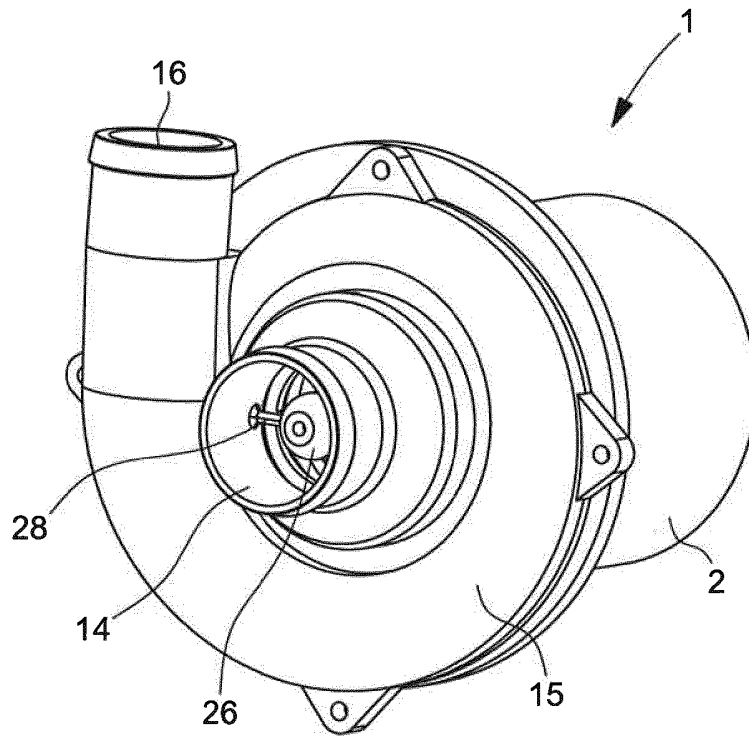


Fig. 2

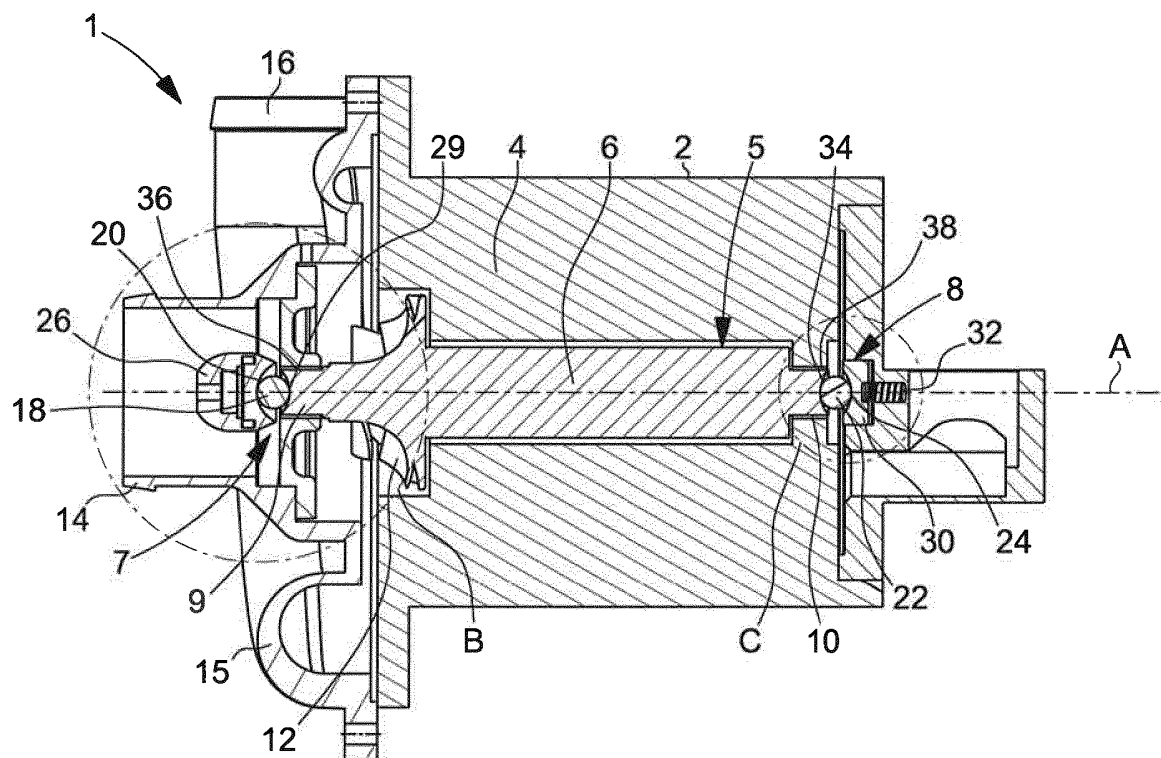


Fig. 3

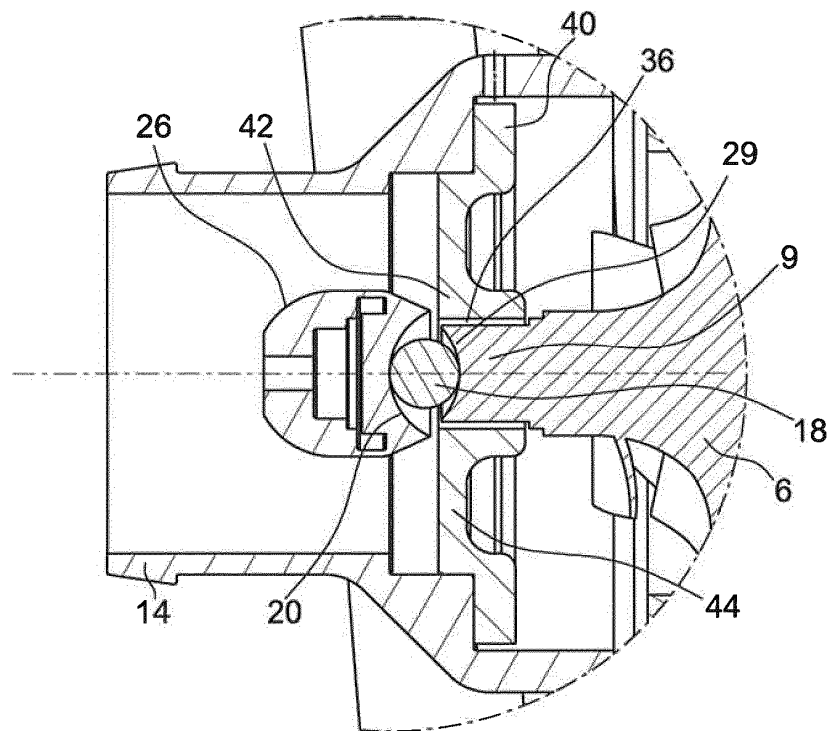


Fig. 4

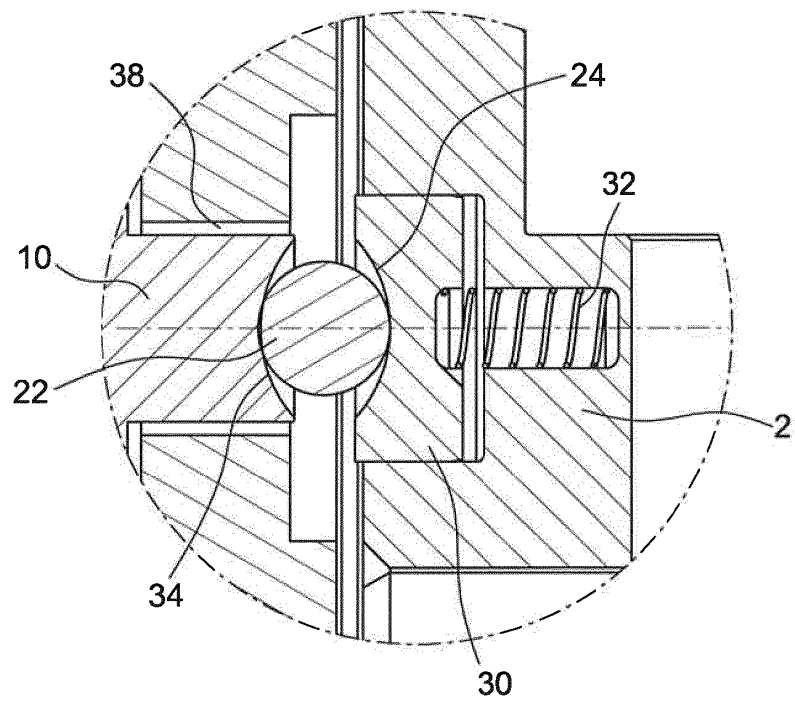
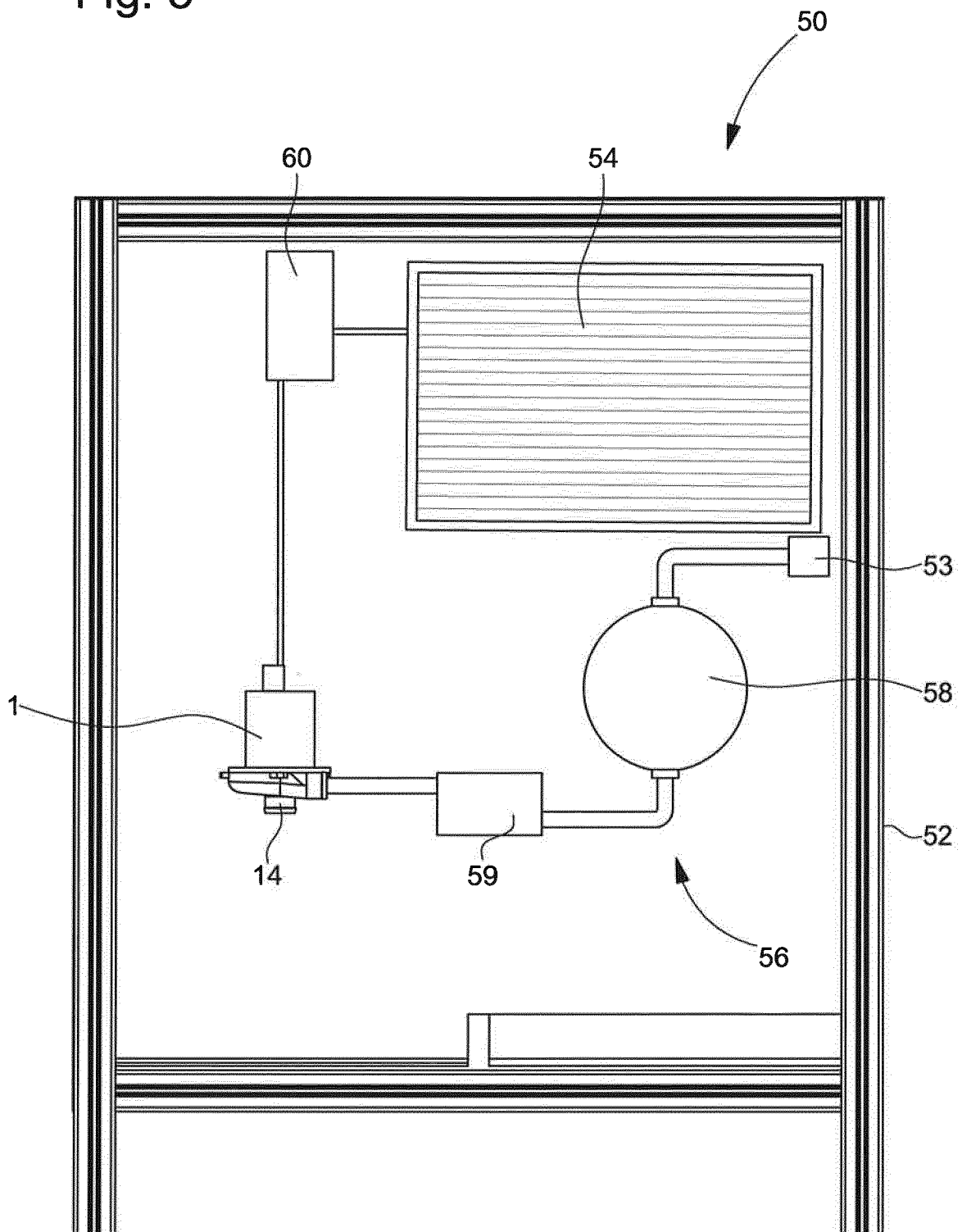


Fig. 5



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0318638 A2 [0007]
- JP H04137295 U [0007]
- DE 102012013048 A1 [0007]
- US 4925321 A [0007]