

(19)



(11)

EP 3 775 558 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
29.12.2021 Bulletin 2021/52

(51) Int Cl.:
F04C 23/00 (2006.01) **F04C 25/02** (2006.01)
F04C 27/00 (2006.01) **F04C 29/02** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **19712244.3**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2019/057792

(22) Date de dépôt: **27.03.2019**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2019/192913 (10.10.2019 Gazette 2019/41)

(54) **POMPE À VIDE DE TYPE SÈCHE**

TROCKENLAUFENDE VAKUUMPUMPE

DRY-TYPE VACUUM PUMP

(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**

(30) Priorité: **05.04.2018 FR 1852940**

(43) Date de publication de la demande:
17.02.2021 Bulletin 2021/07

(73) Titulaire: **Pfeiffer Vacuum
74000 Annecy (FR)**

(72) Inventeurs:
• **SAXOD, Laurent
73800 LES MARCHES (FR)**

• **PILOTTI, Patrick
74960 ANNECY (FR)**

(74) Mandataire: **Croonenbroek, Thomas Jakob et al
Innovincia
11, avenue des Tilleuls
74200 Thonon-les-Bains (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A1- 2 314 874 EP-A2- 1 273 801
WO-A2-2011/077105 DE-U1-202015 007 606
US-A1- 2010 034 682**

EP 3 775 558 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

[0001] La présente invention concerne une pompe à vide de type sèche telle que de type « Roots » ou « Claw » ou à vis. L'invention concerne plus particulièrement l'étanchéité aux lubrifiants de la pompe à vide.

[0002] Les pompes à vide primaire de type sèche comportent un ou plusieurs étages de pompage en série dans lesquels circule un gaz à pomper entre une aspiration et un refoulement. On distingue parmi les pompes à vide primaire connues, celles à lobes rotatifs également connues sous le nom « Roots » ou celles à bec, également connues sous le nom « Claw » ou encore celles à vis. On connaît également les pompes à vide de type compresseurs Roots (ou « Roots Blower » en anglais) qui sont utilisées en amont des pompes à vide primaire, pour augmenter la capacité de pompage. Ces pompes à vide sont dites « sèches » car en fonctionnement, les rotors tournent à l'intérieur du stator sans aucun contact mécanique entre eux ou avec le stator ni présence de lubrifiant type huile dans les étages de pompage.

[0003] Les arbres rotatifs sont supportés par des paliers qui sont lubrifiés par de l'huile ou de la graisse et par des engrenages permettant leur synchronisation. Il est indispensable qu'aucune trace d'huile ou de graisse ne se retrouve dans l'étage de pompage pour les applications dites « sèches », tels que les procédés de fabrication de substrats semi-conducteurs. Il convient donc d'isoler toute zone contenant des lubrifiants (appelée ci-après « carter d'huile ») de la partie de pompage sec par un moyen d'étanchéité au travers duquel les arbres sont toujours susceptibles de tourner.

[0004] Les moyens d'étanchéité utilisés comprennent principalement des barrières physiques comme des flasques sur roulements, des joints frottants, des disques éjecteurs, des purges de gaz, des pièges à huile comme des chambres de détente et de condensation ou des obstacles comme des labyrinthes et chicanes. Ces solutions tentent principalement de bloquer ou limiter des migrations d'huile. Toutefois en fonctionnement, les pressions mises en oeuvre dans les pompes à vide peuvent fluctuer de manière importante et générer des forces motrices entre les paliers lubrifiés et les étages de pompage susceptibles d'entraîner des particules polluantes vers le carter d'huile ou des brouillards ou vapeurs d'huile ou de graisse vers l'étage de pompage.

[0005] Le document EP1273801 décrit une pompe à vide de type sèche selon le préambule de la revendication 1.

[0006] Le document USA57816409 décrit un compresseur à spirale comprenant un dispositif de lubrification par huile sous pression dans lequel sont prévus des moyens d'équilibrage de la pression.

[0007] Le but de la présente invention est donc de proposer une pompe à vide sèche dont l'étanchéité aux lubrifiants est améliorée entre l'étage de pompage et le carter d'huile par rapport à l'état de la technique.

[0008] A cet effet, l'invention a pour objet une pompe

à vide de type sèche comportant :

- au moins un carter d'huile,
- au moins un étage de pompage,
- deux arbres rotatifs portant respectivement au moins un rotor s'étendant dans le au moins un étage de pompage, les rotors étant configurés pour tourner de façon synchronisée en sens inverse pour entraîner un gaz à pomper entre une aspiration et un refoulement de la pompe à vide, les arbres étant supportés par des paliers lubrifiés par un lubrifiant contenu dans le au moins un carter d'huile, et
- au moins un dispositif d'étanchéité aux lubrifiants interposé entre le au moins un carter d'huile et un étage de pompage au niveau de chaque passage d'arbre,

caractérisée en ce que la pompe à vide comporte en outre au moins un dispositif d'expansion configuré pour réduire les variations de pression entre un volume côté pompage et le au moins un carter d'huile.

[0009] Le dispositif d'expansion repose sur un principe de fonctionnement similaire aux vases d'expansion des circuits de chauffage. Il permet d'absorber les variations de pression par des variations de volume du fait de la loi des gaz parfaits $PV=nRT$.

[0010] Cet équilibrage des pressions entre le carter d'huile et le volume côté pompage permet de réduire, voire annihiler, les forces motrices de migration des lubrifiants vers l'étage de pompage et des particules polluantes vers le au moins un carter d'huile. On peut ainsi améliorer l'étanchéité aux lubrifiants dans les étages de pompage, limiter la pollution de l'huile du carter et réduire la consommation d'huile. De plus, lorsque les dispositifs d'étanchéité comportent des joints frottant, la diminution des écarts de pression de part et d'autre des dispositifs d'étanchéité permet de réduire les efforts exercés sur ces joints et ainsi d'augmenter leur durée de vie.

[0011] La pompe à vide est par exemple une pompe à vide à lobes rotatifs, telle que de type « Roots », primaire ou de type « Blower » (également appelée compresseur Roots), ou telle que de type « Claw » ou à vis.

[0012] La pompe à vide peut comporter un seul carter d'huile.

[0013] Ce carter d'huile peut être agencé à côté de l'étage de pompage dit de basse pression ou à côté de l'étage de pompage dit de haute pression dans le cas d'une pompe à vide multiétagée. De l'autre côté, les paliers peuvent être lubrifiés par de la graisse.

[0014] La pompe à vide à vide peut aussi comporter deux carters d'huile. Ces carters d'huile sont agencés à une extrémité respective de la pompe à vide, c'est-à-dire d'une part, à côté de l'étage dit de haute pression et à côté de l'étage dit de basse pression dans le cas d'une pompe à vide multiétagée. Dans le cas d'une pompe à vide monoétagée, telle qu'une pompe à vide de type compresseur Roots (appelée « Roots Blower » en anglais), les carters d'huile sont agencés de part et d'autre de

l'unique étage de pompage.

[0015] Les dispositifs d'étanchéité créent une conductance très faible autour des arbres rotatifs permettant de limiter fortement le passage des fluides lubrifiants depuis le carter d'huile vers le au moins un étage de pompage sec tout en permettant aux arbres de tourner.

[0016] Le dispositif d'étanchéité comporte par exemple un joint d'étanchéité, pouvant être par exemple un joint labyrinthe, un joint frottant dit à lèvres ou une chicane ou une combinaison de ces réalisations. La pompe à vide comporte par exemple au moins un premier et un deuxième dispositifs d'étanchéité, tels que des joints frottants agencés en série sur chaque arbre entre le carter d'huile et l'étage de pompage.

[0017] La pression régnant dans le carter d'huile est par exemple la pression atmosphérique. Le carter d'huile peut communiquer ou non avec l'atmosphère extérieure par exemple via une ouverture ou peut être hermétiquement étanche vis-à-vis de l'atmosphère extérieure.

[0018] Ledit étage de pompage est par exemple configuré pour refouler les gaz pompés à pression atmosphérique. Dans le cas d'une pompe multi-étagée, ledit étage de pompage peut également être le premier étage de pompage (dit de « basse pression »).

[0019] Le dispositif d'expansion comporte par exemple au moins une membrane déformable et étanche aux gaz. Le dispositif d'expansion comporte par exemple une seule membrane pour un passage d'arbre ou une pluralité de membranes agencées en parallèle.

[0020] La forme et le matériau de la membrane peuvent être à considérer en fonction des volumes à faire varier de part et d'autre de la membrane lors des différentes phases de pompage, des températures et fonctionnements de la pompe à vide ainsi qu'en fonction de l'encombrement disponible.

[0021] La au moins une membrane est par exemple en matériau élastomère, tel qu'en « NBR » (ou « copolymère butadiène-acrylonitrile ») ou viton® (ou « caoutchouc fluorocarbone »). Ces matériaux permettent de produire les déformations de volume souhaitées, sont étanches pour les pressions considérées, résistent aux gaz pompés et aux températures élevées et résistent à un nombre de déformations importantes sans pertes de performance. La membrane peut comporter des revêtements de protection, des inserts et/ou des toiles de renfort imprégnées telles que des toiles tissées et tricotées afin d'empêcher un déchirement de la membrane.

[0022] La au moins une membrane présente par exemple en position de repos une forme générale de disque ou de coupelle.

[0023] La au moins une membrane est par exemple montée dans une coque rigide de protection.

[0024] Selon un premier exemple de réalisation, le dispositif d'expansion est interposé entre d'une part, le volume côté pompage et d'autre part, le volume du carter d'huile. Le volume côté pompage est situé entre le au moins un dispositif d'étanchéité et l'étage de pompage.

[0025] Par exemple, plus précisément, le volume côté

pompage est situé entre le au moins un dispositif d'étanchéité et une sortie de l'étage de pompage située après les rotors, en considérant le sens d'écoulement des gaz pompés dans la pompe à vide et en considérant que le carter d'huile est situé du côté du refoulement de la pompe à vide.

[0026] En cours d'utilisation, les volumes côté pompage et carter d'huile peuvent varier par expansion lorsque des écarts de pressions surviennent de part et d'autre du dispositif d'expansion. Ces variations de volume permettent d'équilibrer les pressions entre l'étage de pompage et le carter d'huile.

[0027] Selon un deuxième exemple de réalisation, l'étage de pompage jouxtant le carter d'huile est configuré pour refouler les gaz pompés à pression atmosphérique. La pompe à vide est donc une pompe à vide primaire.

[0028] La pression régnant dans le carter d'huile est la pression atmosphérique.

[0029] Le dispositif d'expansion sépare le volume côté pompage de l'atmosphère extérieure. Le volume côté pompage est notamment interposé entre une sortie de l'étage de pompage et le au moins un dispositif d'étanchéité. La sortie de l'étage de pompage est située après les rotors en considérant le sens d'écoulement des gaz pompés dans la pompe à vide.

[0030] En cours d'utilisation, le volume côté pompage peut varier lorsque des écarts de pressions surviennent entre le volume côté pompage et l'atmosphère extérieure, ce qui permet d'équilibrer la pression en sortie de l'étage de pompage avec la pression atmosphérique et ainsi avec la pression régnant dans le carter d'huile.

[0031] Selon un troisième exemple de réalisation, le dispositif d'expansion sépare le volume du carter d'huile d'un volume côté pompage interposé entre un premier et un deuxième dispositifs d'étanchéité agencés en série sur chaque arbre. En cours d'utilisation, les variations des volumes côté pompage et carter d'huile permettent d'équilibrer les pressions entre le volume côté pompage interposé entre les dispositifs d'étanchéité et le carter d'huile. Les variations de pression pouvant survenir en sortie de l'étage de pompage ne sont que faiblement transmises aux volumes côté pompage et carter d'huile. On évite de possibles inversions des écarts de pression entre le volume côté pompage et le volume du carter d'huile.

[0032] Selon un quatrième exemple de réalisation pour lequel l'étage de pompage est configuré pour refouler les gaz pompés à pression atmosphérique et la pression régnant dans le carter d'huile est la pression atmosphérique, le dispositif d'expansion sépare le volume côté pompage interposé entre un premier et un deuxième dispositifs d'étanchéité agencés en série sur chaque arbre, de l'atmosphère extérieure. En cours d'utilisation, le volume côté pompage interposé entre les deux dispositifs d'étanchéité peut varier lorsque des écarts de pressions surviennent entre le volume côté pompage et l'atmosphère extérieure, ce qui permet d'équilibrer la pression

du volume côté pompage avec la pression atmosphérique et ainsi avec la pression régnant dans le carter d'huile.

[0033] D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à la lecture de la description de l'invention, ainsi que des dessins annexés sur lesquels :

Figure 1 montre une vue très schématique d'une pompe à vide selon un premier exemple de réalisation.

Figure 2 montre une vue en coupe d'un détail de la pompe à vide de la Figure 1.

Figure 3 montre une vue en perspective d'une membrane d'un dispositif d'expansion selon un premier exemple de réalisation.

Figure 4 montre une vue en coupe d'une coque rigide de protection pour la membrane de la Figure 3.

Figure 5 est un graphique montrant la pression (en mbar) régnant en sortie de l'étage de pompage (courbe A) et la pression (en mbar) régnant dans le carter d'huile (courbe B) pour une pompe à vide de l'art antérieur en fonction du temps (en secondes) et pour différentes pressions (en mbar) d'aspiration.

Figure 6 est un graphique montrant la pression (en mbar) régnant en sortie de l'étage de pompage (courbe A) et la pression (en mbar) régnant dans le carter d'huile (courbe B) pour une pompe à vide selon le premier exemple de réalisation de l'invention en fonction du temps (en secondes) et pour différentes pressions d'aspiration.

Figure 7 montre une vue très schématique d'une pompe à vide selon un deuxième exemple de réalisation.

Figure 8 montre une vue en coupe d'un détail de la pompe à vide de la Figure 7.

Figure 9 montre une vue très schématique d'une pompe à vide selon un troisième exemple de réalisation.

Figure 10 montre une vue en coupe d'un détail de la pompe à vide de la Figure 9.

Figure 11 est un graphique montrant la pression (en mbar) régnant en sortie de l'étage de pompage (courbe A), la pression (en mbar) régnant dans le carter d'huile (courbe B) et la pression (en mbar) régnant dans le volume côté pompage situé entre deux dispositifs d'étanchéité aux lubrifiants (courbe C) pour une pompe à vide selon un troisième exemple de réalisation de l'invention, en fonction du temps (en secondes) et pour différentes pressions d'aspiration.

Figure 12 montre une vue en coupe d'un détail d'une pompe à vide selon un quatrième exemple de réalisation.

[0034] Sur ces figures, les éléments identiques portent les mêmes numéros de référence.

[0035] Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes

de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.

[0036] La Figure 1 représente une pompe à vide 1 de type sèche selon un premier exemple de réalisation.

[0037] La pompe à vide 1 comporte au moins un carter d'huile 2, deux arbres 4 rotatifs et au moins un premier dispositif d'étanchéité 6a, 6b aux lubrifiants interposé entre le au moins un carter d'huile 2 et un étage de pompage 3e au niveau des passages d'arbre entre le au moins un carter d'huile 2 et l'étage de pompage 3e.

[0038] Les arbres 4 portent respectivement au moins un rotor 5 s'étendant dans l'étage de pompage 3e afin d'entraîner un gaz à pomper entre une aspiration 7 et un refoulement 8 de la pompe à vide 1.

[0039] Dans l'exemple illustratif, la pompe à vide 1 comporte plusieurs étages de pompage 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, tel que cinq, montés en série entre l'aspiration 7 et le refoulement 8 et dans lesquels un gaz à pomper peut circuler.

[0040] L'étage de pompage 3e jouxtant le dispositif d'étanchéité 6a, 6b peut être un des deux étages de pompage d'extrémité de la pompe à vide 1, c'est-à-dire le premier étage de pompage 3a (dit de « basse pression ») ou le dernier étage de pompage 3e (dit de « haute pression ») configuré pour refouler les gaz pompés à pression atmosphérique. Dans l'exemple, l'étage de pompage 3e considéré est celui configuré pour refouler les gaz pompés à pression atmosphérique.

[0041] Chaque étage de pompage 3a, 3b, 3c, 3d, 3e comprend une entrée et une sortie respectives. Les étages de pompage successifs 3a- 3e sont raccordés en série les uns à la suite des autres par des canaux inter-étages respectifs raccordant la sortie de l'étage de pompage qui précède à l'entrée de l'étage qui suit.

[0042] Les rotors 5 présentent par exemple des lobes de profils identiques, par exemple de type « Roots » (section en forme de « huit » ou de « haricot ») ou de type « Claw » ou sont de type à vis ou d'un autre principe similaire de pompe à vide volumétrique. Les rotors 5, notamment à lobes de profils identiques, sont angulairement décalés et entraînés pour tourner de façon synchronisée en sens inverse dans chaque étage. Lors de la rotation, le gaz aspiré depuis l'entrée est emprisonné dans le volume engendré par les rotors et le stator, puis est entraîné par les rotors vers l'étage suivant.

[0043] La pompe à vide 1 est par exemple une pompe à vide primaire, la pression de refoulement de la pompe à vide 1 étant alors la pression atmosphérique. Selon un autre exemple, la pompe à vide 1 est une pompe Roots dite « compresseur Roots » (« Roots Blower » en anglais) qui est utilisée en série et en amont d'une pompe à vide primaire.

[0044] La pompe à vide 1 peut en outre comporter un

clapet anti-retour 23 (voir Figure 2) en sortie du dernier étage de pompage 3e, avant le refoulement 8, pour éviter le retour des gaz pompés dans l'étage de pompage 3e.

[0045] Les arbres 4 sont entraînés, par exemple du côté du refoulement 8, par un moteur M de la pompe à vide 1. Ils sont supportés par des paliers lubrifiés par un lubrifiant contenu dans le carter d'huile 2. Comme on peut le voir plus précisément sur la Figure 2, le lubrifiant, tel que la graisse ou de l'huile, permet de lubrifier notamment les roulements 9 des paliers et les engrenages 10.

[0046] La pression régnant dans le carter d'huile 2 est par exemple la pression atmosphérique. Le carter d'huile 2 peut communiquer ou non avec l'atmosphère extérieure.

[0047] Le dispositif d'étanchéité 6a, 6b créé une conductance très faible autour des arbres 4 rotatifs permettant de limiter fortement le passage des fluides lubrifiants depuis le carter 2 vers les étages de pompage secs 3a-3e tout en permettant aux arbres 4 de tourner.

[0048] Le dispositif d'étanchéité 6a, 6b comporte par exemple un joint d'étanchéité, pouvant être un joint labyrinthe, un joint frottant dit à lèvres ou une chicane ou une combinaison de ces réalisations. La pompe à vide 1 comporte par exemple au moins un premier et un deuxième dispositifs d'étanchéité 6a, 6b, tels que des joints frottants agencés en série sur chaque arbre 4.

[0049] La pompe à vide 1 comporte en outre au moins un dispositif d'expansion 12 configuré pour réduire les variations de pression entre un volume côté pompage 11 et le carter d'huile 2.

[0050] Le dispositif d'expansion 12 comporte par exemple une membrane déformable et étanche aux gaz. Le dispositif d'expansion 12 comporte par exemple une seule membrane à un passage d'arbre ou une pluralité de membranes agencées en parallèle.

[0051] La forme et le matériau de la membrane peuvent être à considérer en fonction des volumes à faire varier de part et d'autre de la membrane lors des différentes phases de pompage, des températures et fonctionnements de la pompe à vide 1 ainsi qu'en fonction de l'encombrement disponible.

[0052] La membrane est par exemple en matériau élastomère, tel qu'en « NBR » (ou « copolymère butadiène-acrylonitrile ») ou viton® (ou « caoutchouc fluorocarbène »). Ces matériaux permettent de produire les déformations de volume nécessaires, telles que de l'ordre de 500cm³, sont étanches aux niveaux de pression en jeu, résistent aux gaz pompés tels que les gaz de procédés et aux températures élevées par exemple de l'ordre de 100°C et résistent à un nombre de déformations importantes sans pertes de performance. La membrane peut comporter des revêtements de protection, des inserts et/ou des toiles de renfort imprégnées telles que des toiles tissées et tricotées afin d'empêcher un déchirement de la membrane.

[0053] La membrane présente par exemple une forme générale de disque ou coupelle en position de repos (Figure 3). Dans le cas d'une seule membrane, la surface

est par exemple supérieure à 150cm². Le diamètre d'une membrane en forme de disque est par exemple supérieur à 75mm.

[0054] La membrane est par exemple montée dans une coque rigide de protection 13 (Figure 4). La coque rigide de protection 13 est par exemple formée par deux demi-coques 13a, 13b, par exemple en forme de calottes et présentant par exemple des bords annulaires de montage. Les demi-coques 13a, 13b sont fixées entre elles à leurs extrémités circulaires en prenant en sandwich de manière étanche le pourtour du disque de la membrane. Les demi-coques 13a, 13b présentent un orifice 14 respectif.

[0055] Dans le premier exemple visible sur la Figure 2, le dispositif d'expansion 12 est interposé entre d'une part, le volume côté pompage 11 situé entre le au moins un dispositif d'étanchéité 6a, 6b et l'étage de pompage 3e et d'autre part, le volume du carter d'huile 2.

[0056] Plus précisément, le volume côté pompage 11 est situé entre le au moins un dispositif d'étanchéité 6a, 6b et une sortie de l'étage de pompage située après les rotors 5, en considérant le sens d'écoulement des gaz pompés dans la pompe à vide 1 et le cas où le carter d'huile 2 est situé du côté du refoulement de la pompe à vide 1.

[0057] Selon un exemple de réalisation, un premier piquage 15 réalisé dans le corps de pompe 16 débouche dans le volume côté pompage 11 situé en sortie de l'étage de pompage 3e, après le passage des rotors 5, entre le dispositif d'étanchéité 6b et le clapet anti-retour 23. Ce premier piquage 15 est raccordé à un premier orifice 14 de la coque rigide de protection 13 de la membrane du dispositif d'expansion 12.

[0058] Un second piquage 17 réalisé dans le corps de pompe 16 débouche dans le volume du carter d'huile 2, par exemple dans la partie supérieure du carter d'huile 2. Ce second piquage 17 est raccordé au second orifice 14 de la coque 13, le premier et le second orifice 14 étant ménagés de part et d'autre de la membrane du dispositif d'expansion 12.

[0059] Ainsi, un premier côté de la membrane communique avec le volume côté pompage 11 et un deuxième côté de la membrane communique avec la partie supérieure du carter d'huile 2. Les volumes de part et d'autre des dispositifs d'étanchéité 6a, 6b, côté carter d'huile 2 et côté pompage 11, sont ainsi mis en relation tout en étant séparés par une membrane étanche et déformable, elle-même située dans une coque 13 également étanche vis-à-vis de l'extérieur, les variations de pression entraînent une déformation de la membrane.

[0060] En cours d'utilisation, la membrane peut se déformer lorsque des écarts de pressions surviennent de part et d'autre de la membrane. Ces déformations entraînent des variations des volumes côté pompage 11 et carter d'huile 2 et ces variations des volumes permettent d'équilibrer les pressions entre la sortie de l'étage de pompage 3e et le carter d'huile 2.

[0061] Ceci peut être mieux compris en visualisant les

graphiques des Figures 5 et 6 d'une pompe à vide de l'art antérieur (Figure 5) et d'une pompe à vide 1 selon l'invention (Figure 6).

[0062] Ces graphiques montrent des courbes de pression dans le volume côté pompage 11 en sortie de l'étage de pompage 3e (courbe A) et dans le carter d'huile 2 (courbe B) en fonction du temps et pour différentes pressions à l'aspiration (P0 est la pression obtenue en pompage de vide limite, P1= 10mbars, P2=100mbars, P3 est la pression atmosphérique ambiante).

[0063] Sur le graphique de l'art antérieur (Figure 5), on observe des écarts de pression importants entre la pression en sortie de l'étage de pompage 3e (courbe A) et la pression dans le carter d'huile 2 (courbe B). Ce sont ces écarts de pression et les inversions de ces écarts de pression qui peuvent générer des forces motrices entre le carter d'huile 2 et l'étage de pompage 3e susceptibles d'entraîner des particules polluantes vers le carter d'huile 2 ou des brouillards ou vapeurs d'huile ou de graisse vers l'étage de pompage 3e.

[0064] En revanche, sur le graphique de la Figure 6 pour une pompe à vide 1 selon l'invention, on constate que les courbes A et B de pression dans le volume côté pompage 11 et dans le carter d'huile 2 sont confondues pour la plupart des valeurs de pressions d'aspiration. Cet équilibrage des pressions permet de réduire, voire annihiler, les forces motrices de migration des lubrifiants vers l'étage de pompage 3e et des particules polluantes vers le carter d'huile 2. On améliore ainsi l'étanchéité aux lubrifiants dans les étages de pompage 3a-3e. Egalement, on limite la pollution de l'huile du carter 2 et on réduit la consommation d'huile. En outre, lorsque le dispositif d'étanchéité 6a, 6b comporte des joints frottants, la diminution des écarts de pression de part et d'autre du dispositif d'étanchéité 6a, 6b permet de réduire les efforts exercés sur ces joints et ainsi d'augmenter la durée de vie du dispositif d'étanchéité 6a, 6b.

[0065] Les Figures 7 et 8 illustrent un deuxième exemple de réalisation dans lequel la pompe à vide 1 est de type primaire.

[0066] Dans cet exemple, le dispositif d'expansion 12 sépare directement le volume côté pompage 11 interposé entre une sortie de l'étage de pompage 3e et le au moins un dispositif d'étanchéité 6b, de l'atmosphère extérieure. La pression régnant dans le carter d'huile 2 est la pression atmosphérique et l'étage de pompage 3e est configuré pour refouler les gaz pompés à pression atmosphérique après le clapet anti-retour 23.

[0067] Plus précisément selon un exemple de réalisation visible sur la Figure 8, un premier piquage 15 réalisé dans le corps de pompe 16 débouche dans le volume côté pompage 11 situé entre les rotors 5 de l'étage de pompage 3e, le dispositif d'étanchéité 6b et le clapet anti-retour 23. Ce premier piquage 15 est raccordé à un premier orifice 14 de la coque rigide de protection 13 de la membrane du dispositif d'expansion 12. Le second orifice 14 de la coque 13 est laissé ouvert.

[0068] En cours d'utilisation, la membrane peut se dé-

former lorsque des écarts de pressions surviennent de part et d'autre de la membrane, entre le volume côté pompage 11 et l'atmosphère extérieure. Ces déformations entraînent des variations du volume côté pompage 11 en sortie de l'étage de pompage 3e, ce qui permet d'équilibrer la pression en sortie de l'étage de pompage 3e avec la pression atmosphérique et ainsi avec la pression régnant dans le carter d'huile 2.

[0069] Les Figures 9 et 10 illustrent un troisième exemple de réalisation de la pompe à vide 1.

[0070] Dans cet exemple, la membrane du dispositif d'expansion 12 sépare le volume du carter d'huile 2 d'un volume côté pompage 24 interposé entre le premier et le deuxième dispositifs d'étanchéité 6a, 6b agencés en série sur l'arbre 4.

[0071] Plus précisément selon un exemple de réalisation visible sur la Figure 10, un premier piquage 21 réalisé dans le corps de pompe 16 débouche entre les dispositifs d'étanchéité 6a, 6b. Ce premier piquage 21 est raccordé à un premier orifice 14 de la coque rigide de protection 13 de la membrane du dispositif d'expansion 12.

[0072] Un second piquage 17 réalisé dans le corps de pompe 16 débouche dans le volume du carter d'huile 2, par exemple dans la partie supérieure du carter d'huile 2. Ce second piquage 17 est raccordé au second orifice 14 de la coque 13, le premier et le second orifice 14 étant ménagés de part et d'autre de la membrane du dispositif d'expansion 12.

[0073] Ainsi, un premier côté de la membrane communique avec le premier piquage 21 débouchant dans un volume côté pompage 24 compris entre les dispositifs d'étanchéité 6a, 6b et un deuxième côté de la membrane communique avec la partie supérieure du carter d'huile 2.

[0074] En cours d'utilisation, la membrane peut se déformer lorsque des écarts de pressions surviennent de part et d'autre de la membrane, entre le volume côté pompage 24 et le volume du carter d'huile 2. Ces déformations permettent d'équilibrer la pression entre le volume côté pompage 24 compris entre les dispositifs d'étanchéité 6a, 6b et la pression régnant dans le carter d'huile 2.

[0075] Comme on peut le constater sur le graphique de la Figure 11, malgré les variations de pression importantes pouvant survenir en sortie de l'étage de pompage 3e (courbe A), les écarts de pressions restent sensiblement constants entre les volumes côté pompage 24 et carter d'huile 2 (courbes B et C) du fait des variations des volumes. On évite de possibles inversions des écarts de pression entre le volume côté pompage 24 et le volume du carter d'huile 2.

[0076] La Figure 12 illustre un quatrième exemple de réalisation de la pompe à vide 1.

[0077] Dans cet exemple, la membrane du dispositif d'expansion 12 sépare directement le volume côté pompage 24 interposé entre le premier et le deuxième dispositifs d'étanchéité 6a, 6b, de l'atmosphère extérieure. La pression régnant dans le carter d'huile 2 est la pression atmosphérique et l'étage de pompage 3e est confi-

guré pour refouler les gaz pompés à pression atmosphérique.

[0078] Plus précisément selon un exemple de réalisation visible sur la Figure 12, un premier piquage 21 réalisé dans le corps de pompe 16 débouche entre les dispositifs d'étanchéité 6a, 6b. Ce premier piquage 21 est raccordé à un premier orifice 14 de la coque rigide de protection 13 de la membrane. Le second orifice 14 de la coque 13 est laissé ouvert.

[0079] En cours d'utilisation, la membrane peut se déformer lorsque des écarts de pressions surviennent de part et d'autre de la membrane, entre le volume côté pompage 24 et l'atmosphère extérieure. Ces déformations entraînent des variations du volume côté pompage 24 interposé entre les deux dispositifs d'étanchéité 6a, 6b, ce qui permet d'équilibrer la pression du volume côté pompage 24 avec la pression atmosphérique et ainsi avec la pression régnant dans le carter d'huile 2.

[0080] Bien que les exemples de réalisation des Figures 1 à 12 montrent une membrane présentant une forme générale de disque, d'autres formes sont envisageables.

[0081] Il est également envisageable de ne pas externaliser le dispositif d'expansion 12 du corps 16 de la pompe à vide 1, par exemple en agençant au moins une membrane dans une paroi du volume du carter d'huile 2, un côté de la membrane étant en communication avec le volume du carter d'huile 2, l'autre côté étant en communication avec un canal ménagé dans le corps de pompe 16 et débouchant dans le volume côté pompage 11 ou 24.

Revendications

1. Pompe à vide (1) de type sèche comportant :

- au moins un carter d'huile (2),
- au moins un étage de pompage (3e),
- deux arbres (4) rotatifs portant respectivement au moins un rotor (5) s'étendant dans le au moins un étage de pompage (3e), les rotors (5) étant configurés pour tourner de façon synchronisée en sens inverse pour entraîner un gaz à pomper entre une aspiration (7) et un refoulement (8) de la pompe à vide (1), les arbres (4) étant supportés par des paliers lubrifiés par un lubrifiant contenu dans le au moins un carter d'huile (2), et
- au moins un dispositif d'étanchéité (6a) aux lubrifiants interposé entre le au moins un carter d'huile (2) et un étage de pompage (3e) au niveau de chaque passage d'arbre,

caractérisée en ce que la pompe à vide (1) comporte en outre au moins un dispositif d'expansion (12) configuré pour réduire les variations de pression entre un volume côté pompage (11 ; 24) et le au moins un carter d'huile (2).

2. Pompe à vide (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'étage de pompage (3e) est configuré pour refouler les gaz pompés à pression atmosphérique.
3. Pompe à vide (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif d'expansion (12) est interposé entre d'une part, le volume côté pompage (11) situé entre le au moins un dispositif d'étanchéité (6a, 6b) et l'étage de pompage (3e) et d'autre part, le volume du carter d'huile (2).
4. Pompe à vide (1) selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le dispositif d'expansion (12) sépare le volume du carter d'huile (2) d'un volume côté pompage (24) interposé entre un premier et un deuxième dispositifs d'étanchéité (6a, 6b) agencés en série sur chaque arbre (4).
5. Pompe à vide (1) selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le dispositif d'expansion (12) sépare le volume côté pompage (11 ; 24) de l'atmosphère extérieure, la pression régnant dans le carter d'huile (2) étant la pression atmosphérique.
6. Pompe à vide (1) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le volume côté pompage (11) est interposé entre une sortie de l'étage de pompage (3e) et le au moins un dispositif d'étanchéité (6b).
7. Pompe à vide (1) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le volume côté pompage (24) est interposé entre un premier et un deuxième dispositifs d'étanchéité (6a, 6b) agencés en série sur chaque arbre (4).
8. Pompe à vide (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif d'expansion (12) comporte au moins une membrane déformable et étanche aux gaz, présentant par exemple une forme générale de disque ou de coupelle en position de repos.
9. Pompe à vide (1) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** la au moins une membrane est montée dans une coque rigide de protection (13 ; 19).
10. Pompe à vide (1) selon l'une des revendications 8 ou 9, **caractérisée en ce que** la au moins une membrane (12) est en matériau élastomère.
11. Pompe à vide (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comporte au moins un premier et un deuxième dispositifs d'étanchéité (6a, 6b), tels que des joints frottants, agencés en série sur chaque arbre (4).

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (1) vom trockenen Typ, die aufweist:

- mindestens eine Ölwanne (2),
- mindestens eine Pumpstufe (3e),
- zwei drehende Wellen (4), die je mindestens einen Rotor (5) tragen, der sich in der mindestens einen Pumpstufe (3e) erstreckt, wobei die Rotoren (5) konfiguriert sind, synchronisiert in Gegenrichtung zu drehen, um ein zu pumpendes Gas zwischen einer Saugseite (7) und einer Förderseite (8) der Vakuumpumpe (1) anzutreiben, wobei die Wellen (4) von Lagern getragen werden, die mit einem Schmiermittel geschmiert sind, das in der mindestens einen Ölwanne (2) enthalten ist, und
- mindestens eine Dichtungsvorrichtung (6a) gegenüber den Schmiermitteln, die zwischen der mindestens einen Ölwanne (2) und einer Pumpstufe (3e) im Bereich jedes Wellendurchgangs eingefügt ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die Vakuumpumpe (1) außerdem mindestens eine Expansionsvorrichtung (12) aufweist, die konfiguriert ist, die Druckschwankungen zwischen einem Volumen auf der Pumpseite (11; 24) und der mindestens einen Ölwanne (2) zu reduzieren.

2. Vakuumpumpe (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpstufe (3e) konfiguriert ist, die gepumpten Gase auf Atmosphärendruck zu fördern.

3. Vakuumpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Expansionsvorrichtung (12) zwischen einerseits dem pumpseitigen Volumen (11), das sich zwischen der mindestens einen Dichtungsvorrichtung (6a, 6b) und der Pumpstufe (3e) befindet, und andererseits dem Volumen der Ölwanne (2) eingefügt ist.

4. Vakuumpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Expansionsvorrichtung (12) das Volumen der Ölwanne (2) von einem pumpseitigen Volumen (24) trennt, das zwischen eine erste und eine zweite Dichtungsvorrichtung (6a, 6b) eingefügt ist, die in Reihe auf jeder Welle (4) angeordnet sind.

5. Vakuumpumpe (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Expansionsvorrichtung (12) das pumpseitige Volumen (11; 24) von der Außenatmosphäre trennt, wobei der in der Ölwanne (2) herrschende Druck der Atmosphärendruck ist.

6. Vakuumpumpe (1) nach Anspruch 5, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass das pumpseitige Volumen (11) zwischen einem Ausgang der Pumpstufe (3e) und der mindestens einen Dichtungsvorrichtung (6b) eingefügt ist.

7. Vakuumpumpe (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das pumpseitige Volumen (24) zwischen einer ersten und einer zweiten Dichtungsvorrichtung (6a, 6b) eingefügt ist, die in Reihe auf jeder Welle (4) angeordnet sind.

8. Vakuumpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Expansionsvorrichtung (12) mindestens eine verformbare und gasdichte Membran aufweist, die zum Beispiel in der Ruhestellung eine allgemeine Form einer Scheibe oder einer Schale aufweist.

9. Vakuumpumpe (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Membran in eine steife Schutzkappe (13; 19) montiert ist.

10. Vakuumpumpe (1) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Membran (12) aus Elastomermaterial ist.

11. Vakuumpumpe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens eine erste und eine zweite Dichtungsvorrichtung (6a, 6b) aufweist, wie Reibdichtungen, die in Reihe auf jeder Welle (4) angeordnet sind.

Claims

1. Dry-type vacuum pump (1), comprising:

- at least one oil sump (2),
- at least one pumping stage (3e),
- two rotating shafts (4), each of which bears at least one rotor (5) extending into the at least one pumping stage (3e), the rotors (5) being configured to turn synchronously in opposite directions in order to entrain a gas that is to be pumped between an intake (7) and a delivery (8) of the vacuum pump (1), the shafts (4) being supported by bearings that are lubricated by a lubricant situated in the at least one oil sump (2), and
- at least one sealing device (6a) for sealing against lubricants, which is interposed between the at least one oil sump (2) and a pumping stage (3e) at each shaft passage,

characterized in that the vacuum pump (1) moreover comprises at least one expansion device (12) configured to reduce the variations in pressure be-

tween a pumping-side volume (11; 24) and the at least one oil sump (2).

2. Vacuum pump (1) according to Claim 1, **characterized in that** the pumping stage (3e) is configured to deliver the gases pumped at atmospheric pressure. 5
3. Vacuum pump (1) according to either of the preceding claims, **characterized in that** the expansion device (12) is interposed between, on the one hand, the pumping-side volume (11) located between the at least one sealing device (6a, 6b) and the pumping stage (3e), and, on the other hand, the volume of the oil sump (2). 10
15
4. Vacuum pump (1) according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the expansion device (12) separates the volume of the oil sump (2) from a pumping-side volume (24) interposed between a first and a second sealing device (6a, 6b) that are arranged in series on each shaft (4). 20
5. Vacuum pump (1) according to Claim 2, **characterized in that** the expansion device (12) separates the pumping-side volume (11; 24) from the exterior atmosphere, the pressure prevailing in the oil sump (2) being the atmospheric pressure. 25
6. Vacuum pump (1) according to Claim 5, **characterized in that** the pumping-side volume (11) is interposed between an outlet of the pumping stage (3e) and the at least one sealing device (6b). 30
7. Vacuum pump (1) according to Claim 5, **characterized in that** the pumping-side volume (24) is interposed between a first and a second sealing device (6a, 6b) that are arranged in series on each shaft (4). 35
8. Vacuum pump (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the expansion device (12) has at least one deformable and gas-tight membrane having, for example, the general shape of a disc or a cup in the rest position. 40
9. Vacuum pump (1) according to the preceding claim, **characterized in that** the at least one membrane is mounted in a rigid protective shell (13; 19). 45
10. Vacuum pump (1) according to either of Claims 8 and 9, **characterized in that** the at least one membrane (12) is made of elastomeric material. 50
11. Vacuum pump (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises at least one first and one second sealing device (6a, 6b), such as rubbing seals, that are arranged in series on each shaft (4). 55

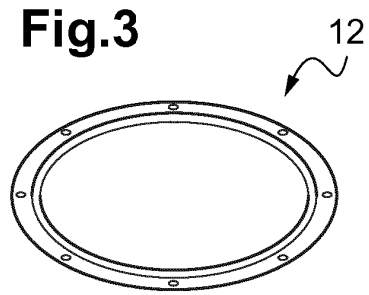
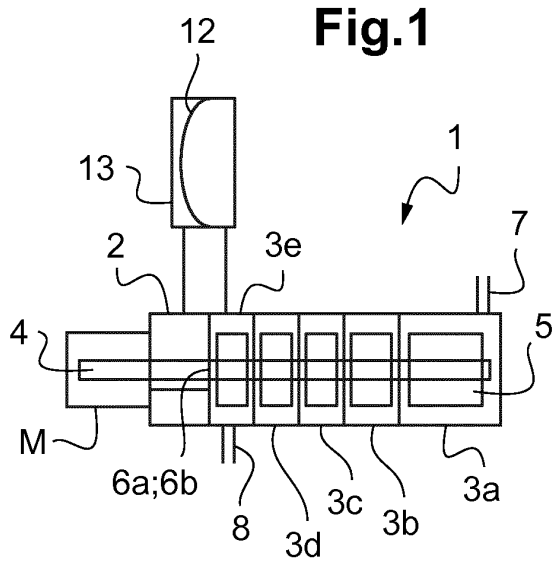


Fig.4

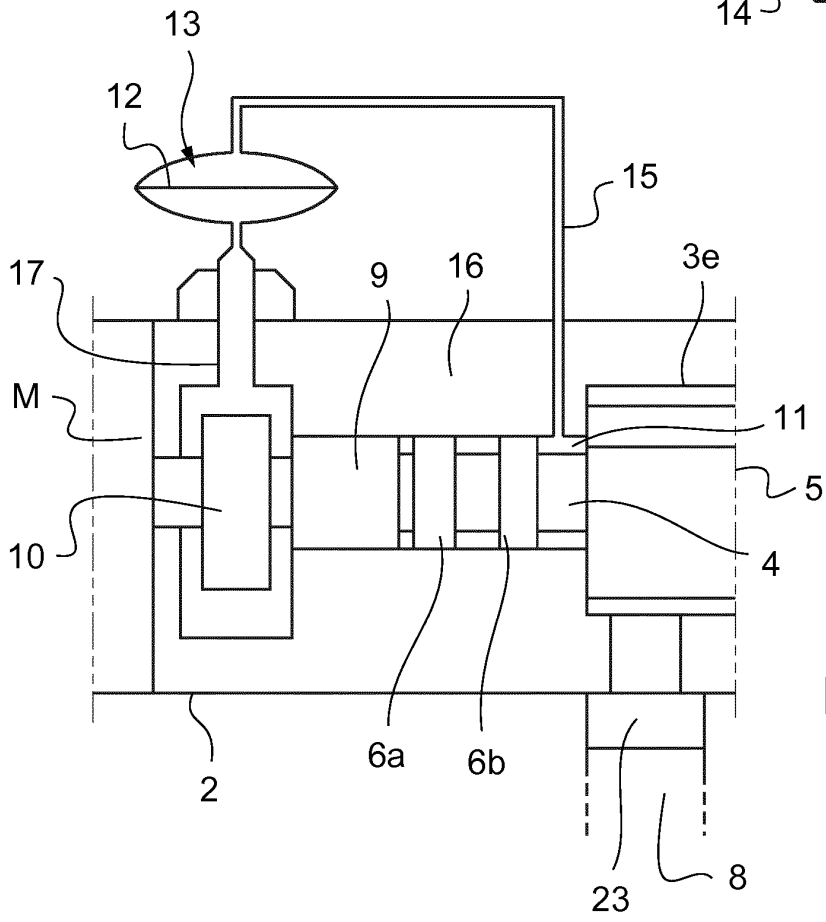
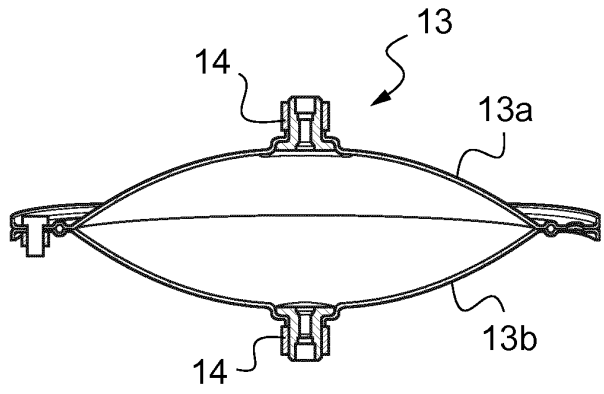


Fig.5

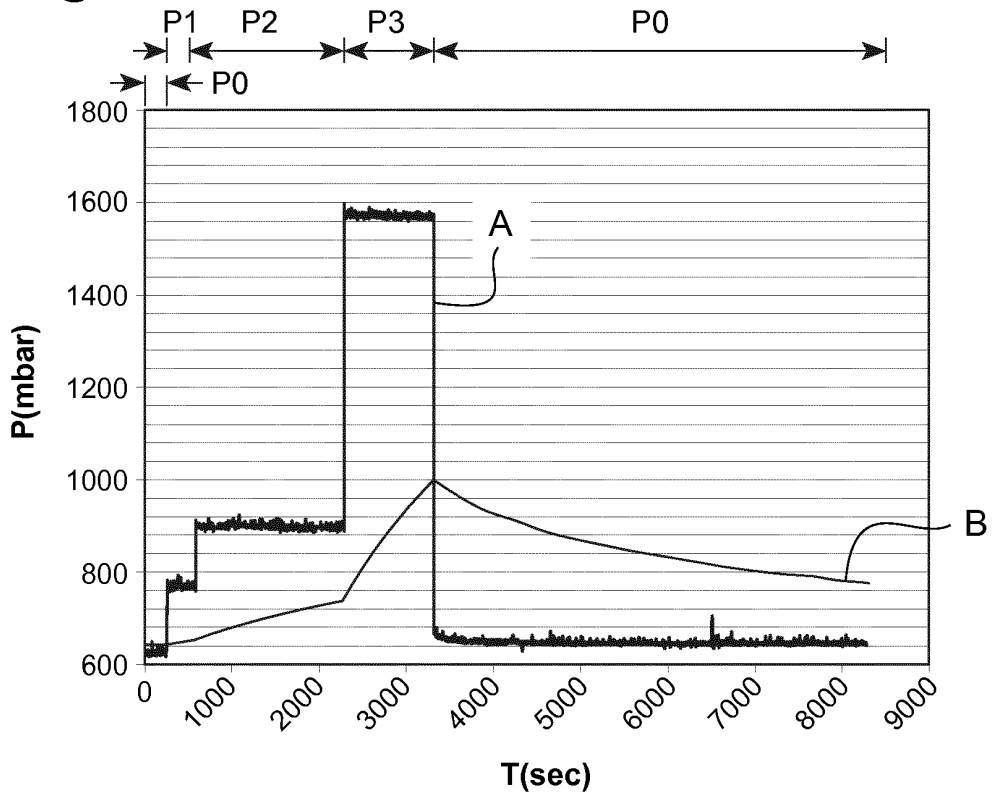


Fig.6

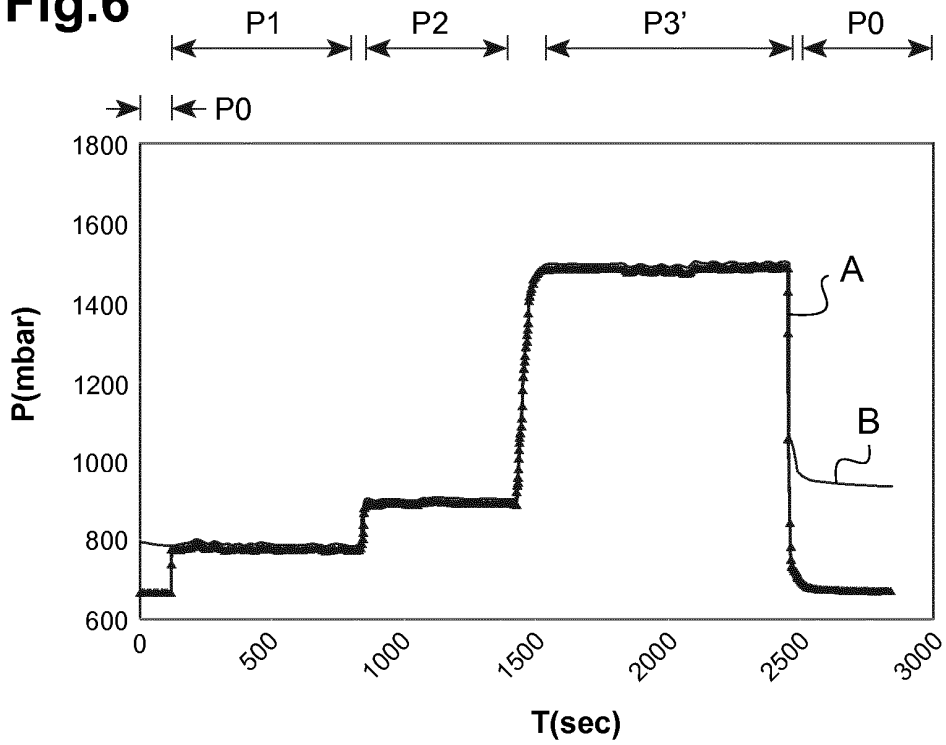


Fig.7

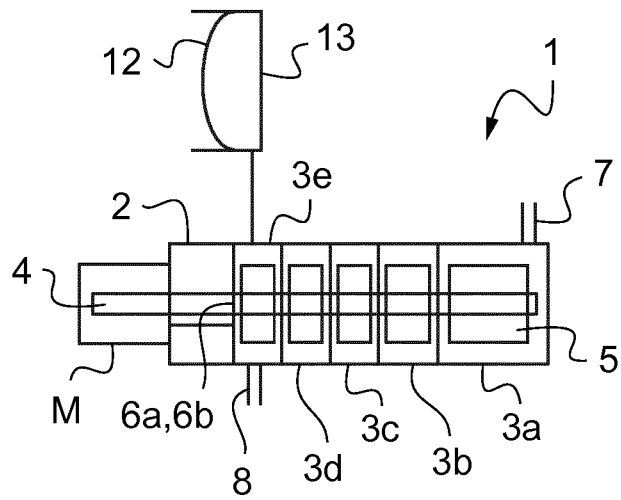


Fig.8

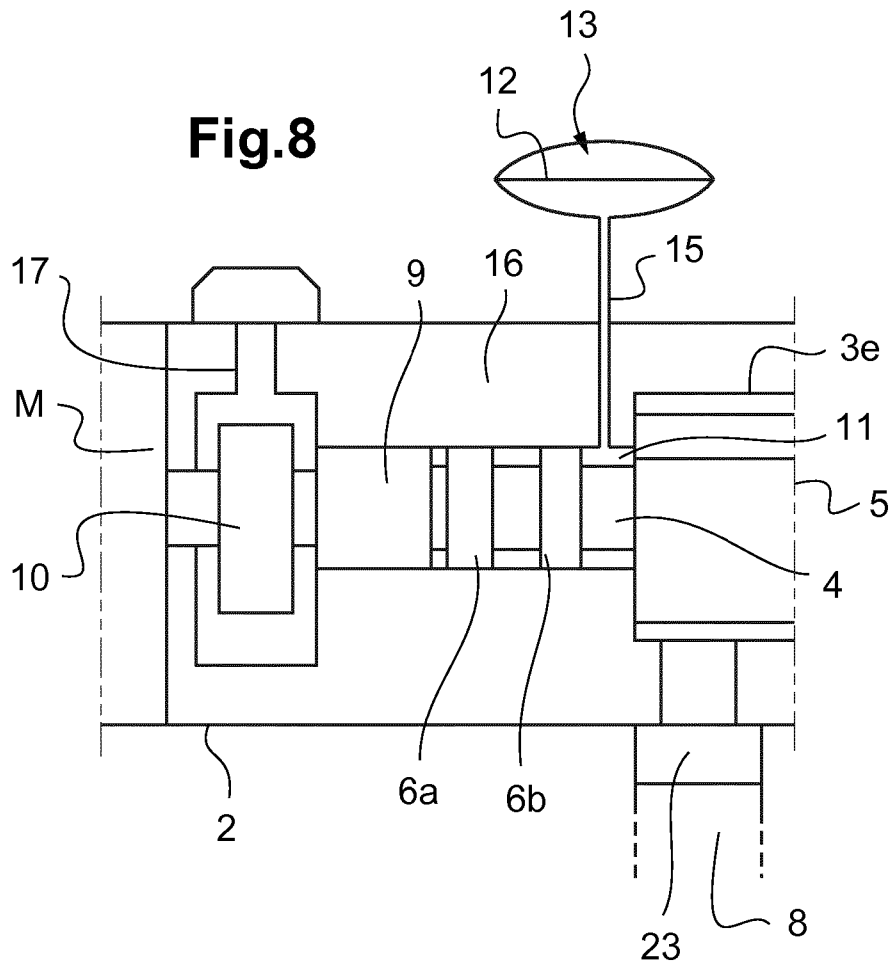


Fig.9

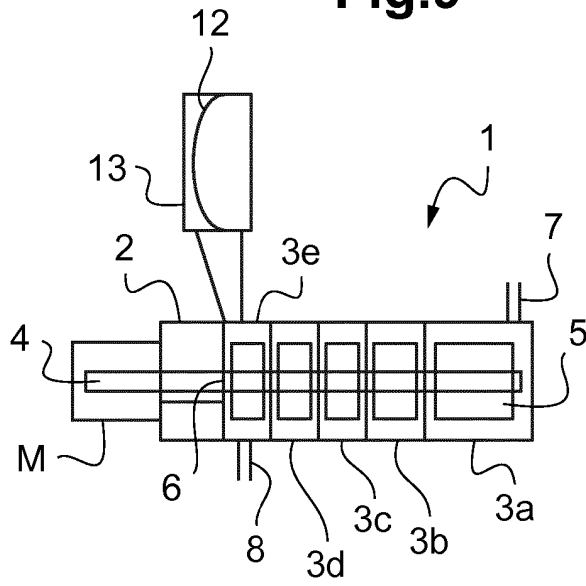


Fig.10

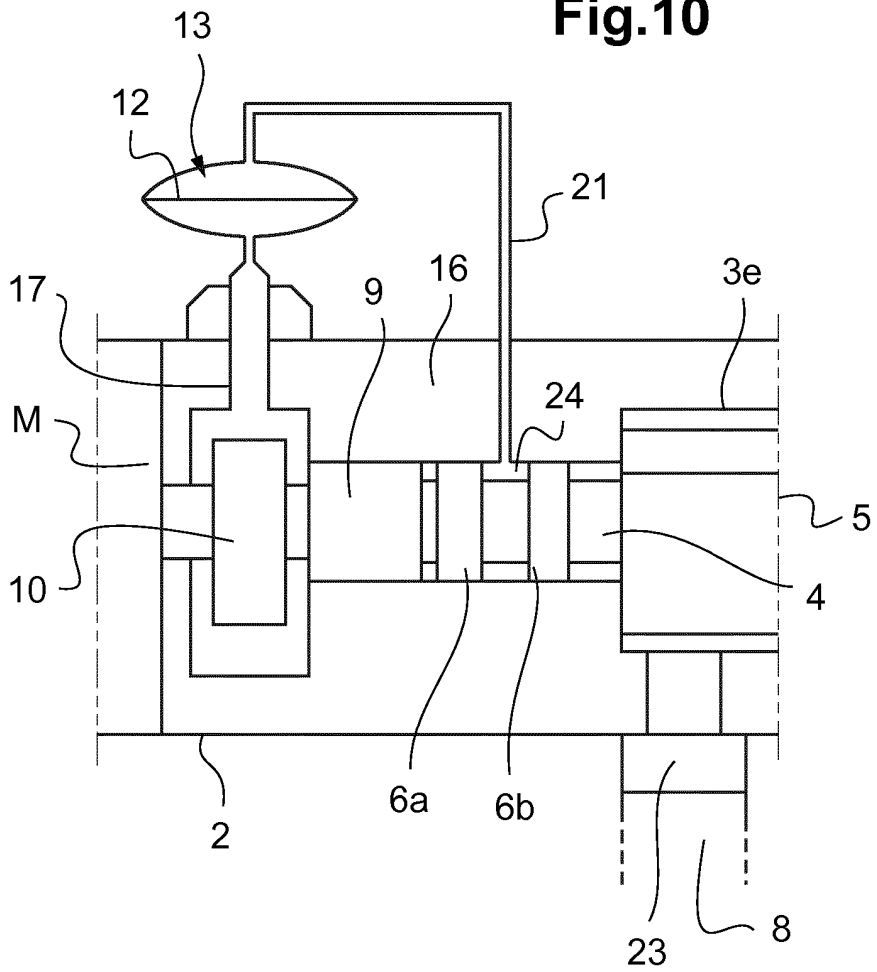


Fig.11

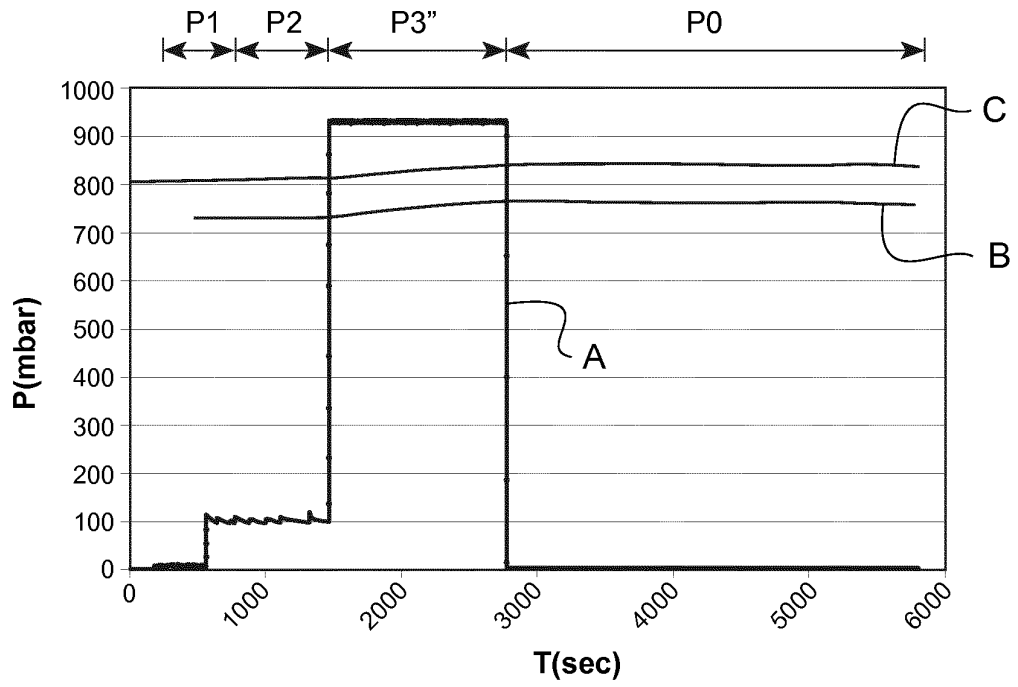
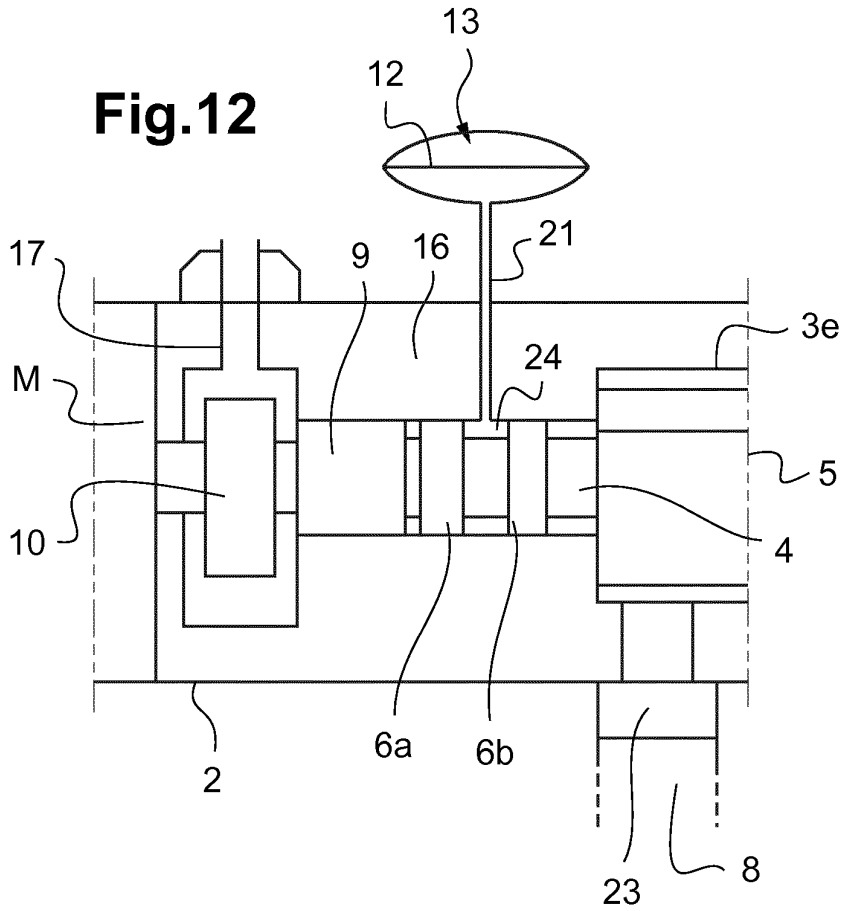


Fig.12



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 1273801 A [0005]
- US 57816409 B [0006]