

(19)



(11)

EP 2 042 739 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
01.04.2009 Bulletin 2009/14

(51) Int Cl.:
F04C 18/12 ^(2006.01) **F04C 23/00** ^(2006.01)
F04C 25/02 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08165208.3**

(22) Date de dépôt: **26.09.2008**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

(72) Inventeur: **Barthod, Benoît**
74009 Annecy (FR)

(74) Mandataire: **Sciaux, Edmond**
Alcatel Lucent
Intellectual Property & Standards
54 Rue La Boétie
75008 Paris (FR)

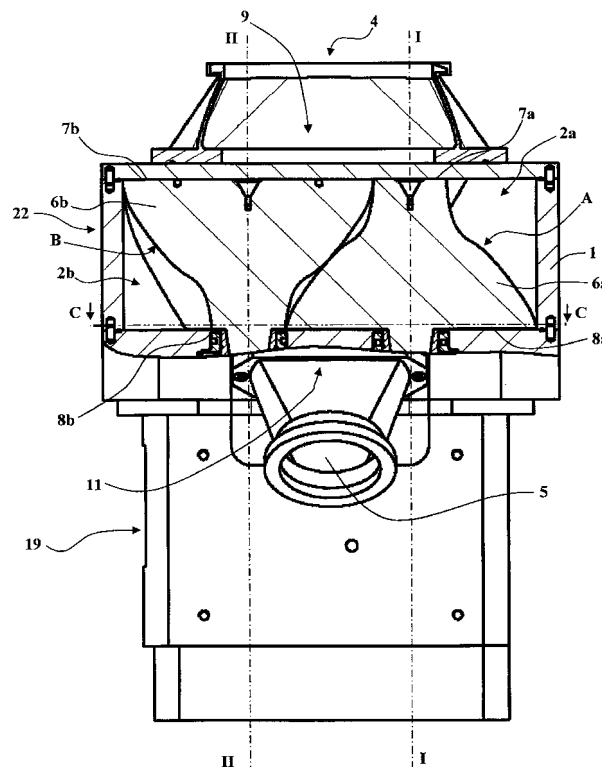
(30) Priorité: **26.09.2007 FR 0757858**

(71) Demandeur: **Alcatel Lucent**
75008 Paris (FR)

(54) Pompe a vide a deux rotors hélicoïdaux

(57) Pompe à vide comprenant une enveloppe (1), une partie mécanique (19) et une partie pompage (22). La partie pompage (22) comprend deux rotors hélicoïdaux (A et B) engrenés, présentant chacun une torsion hélicoïdale autour d'un axe longitudinal. Les rotors (A,

B) sont courts et tenus en porte-à-faux en aval. Un passage d'entrée (4) communique avec l'intérieur de l'enveloppe (1) par un orifice d'entrée (9). Un passage de sortie (5) communique avec l'intérieur de l'enveloppe (1) par un orifice de sortie (11). L'entrée et la sortie sont axiales par rapport aux axes des rotors hélicoïdaux (I-I, II-II).

**FIG. 2****EP 2 042 739 A1**

Description

[0001] La présente invention concerne les dispositifs de pompage capables de générer et d'entretenir un vide approprié dans un équipement.

[0002] La génération et le maintien d'un vide dans un équipement sont couramment utilisés dans les processus industriels de fabrication de semi-conducteurs, certaines étapes de fabrication devant être exécutées sous vide.

[0003] Durant de telles étapes de fabrication, l'équipement est raccordé à un dispositif de pompage qui abaisse la pression interne de l'équipement jusqu'à un vide approprié.

[0004] En pratique, les dispositifs connus de pompage comprennent généralement au moins une pompe primaire, placée au refoulement de la ligne de vide, et au moins une pompe secondaire connectée en série dans le chemin d'écoulement des gaz pompés entre la pompe primaire et l'équipement.

[0005] Un premier dispositif de pompage connu est utilisé pour les applications nécessitant que la pression dans l'équipement soit comprise dans un intervalle de pressions allant d'environ 10^{-2} mbar à environ 10 mbar. On utilise alors habituellement une pompe secondaire de type ROOTS. Cette pompe ROOTS est reliée à l'aspiration de la pompe primaire. Cette solution est généralement utilisée pour pomper rapidement des équipements de gros volume ou des flux de procédés importants.

[0006] Les pompes ROOTS classiques ont deux rotors parallèles à section transversale en haricot définissant des lobes engrenés. Les orifices d'aspiration et de refoulement sont radiaux, perpendiculaires aux axes de rotation des rotors.

[0007] Cependant, les dispositifs de pompage ainsi constitués sont encombrants et lourds, et sont d'importants générateurs de vibrations et de bruits. Pour limiter ces inconvénients, les industriels déportent le groupe de pompage loin de l'équipement à l'aide de canalisations atteignant facilement plusieurs mètres de longueur. Pour maintenir la capacité de pompage souhaitée, ces canalisations doivent avoir une grande conductance. Elles sont donc larges et encombrantes et leur volume intérieur s'ajoute à celui de l'équipement : le système de pompage est par conséquent moins réactif car il doit pomper un grand volume pour établir la pression gazeuse interne dans l'équipement. D'autre part, il est parfois nécessaire de maintenir les gaz à haute température à l'intérieur de la ligne de vide (chimies particulières avec gaz à maintenir sous forme volatile avec des températures élevées allant jusqu'à 150°C). Ces groupes de pompage nécessitent alors des dispositifs de chauffage onéreux pour maintenir ces grosses canalisations aux températures élevées.

[0008] Ces inconvénients rendent difficile l'utilisation dans les salles blanches de ces dispositifs de pompage connus. En effet, la place en salle blanche est très onéreuse, et perdre ainsi de la place occupée par des dispositifs et canalisations encombrants est un réel problème.

[0009] On pourrait tenter de placer une pompe secondaire de plus petite taille telle qu'une pompe ROOTS ou une pompe à vis traditionnelles miniaturisées, à l'aspiration de la ligne de vide c'est-à-dire directement en sortie de l'équipement à pomper. Cette disposition permettrait de diminuer la taille des canalisations reliant le pompage primaire et le pompage secondaire. Ceci aurait également pour effet de considérablement diminuer les coûts de chauffage des canalisations. Cependant, les pompes ROOTS à entrée et sortie radiales sont toujours génératrices de vibrations et de bruits. En outre, placées en sortie de l'équipement à pomper, elles génèrent des pollutions rétrogrades par un effet de renvoi des particules et poudres dans l'équipement.

[0010] De plus, les pompes ROOTS, normalement utilisées en position dans laquelle les axes des rotors sont horizontaux, présentent l'inconvénient d'être très encombrantes au sol.

[0011] Pour les applications nécessitant des pressions inférieures à 10^{-2} mbar, des pompes secondaires de type moléculaires ou turbomoléculaires peuvent être employées. Toutefois, ce type de pompes ne peut pas être employé pour les applications nécessitant le chauffage des gaz dans le dispositif de pompage et/ou dans les applications à plus haute pression.

[0012] Les industriels souhaitent continuellement réduire l'encombrement et le coût des matériels dans leurs salles de fabrication, et ceci notamment dans l'industrie du semi-conducteur où la place en salle blanche est très coûteuse. Les chimies, elles aussi, évoluent et imposent aux dispositifs de pompage de toujours être plus performants en terme de débit de pompage. Ces nouveaux critères d'encombrement et de débit imposent de trouver de nouveaux dispositifs de pompage moins encombrants et moins coûteux, propres et à débit de pompage élevé.

[0013] Le problème proposé par la présente invention est de concevoir une pompe à vide à débit de pompage élevé, pouvant être utilisée en tant que pompe secondaire, et suffisamment peu encombrante, peu bruyante et peu polluante pour pouvoir être placée à proximité immédiate de l'équipement sans en perturber le fonctionnement.

[0014] La pompe à vide de l'invention devra également être capable de pomper des poudres ainsi que d'autres particules générées dans l'équipement.

[0015] Selon un autre aspect, l'invention propose un système de pompage plus réactif pour la génération et l'entretien efficaces d'un vide dans un équipement.

[0016] Pour atteindre ces buts ainsi que d'autres, l'invention propose une pompe à vide dans laquelle :

- une enveloppe définit deux chambres cylindriques parallèles, se chevauchant transversalement, limitées par des

surfaces périphériques cylindriques et des surfaces transversales d'extrémités, et ayant des axes respectifs définissant une direction longitudinale, les surfaces transversales d'extrémités définissant une direction transversale,

- un passage d'entrée et un passage de sortie traversent l'enveloppe en deux positions respectives, ces positions étant généralement opposées,

- deux rotors sont disposés chacun de façon à pouvoir tourner dans une chambre cylindrique respective, les rotors ayant des corps de rotor à lobes complémentaires engrenés et des arbres de rotor, chaque lobe de chaque rotor ayant une surface de portée radiale coopérant de façon étanche avec la surface périphérique cylindrique de la chambre cylindrique respective, les corps de rotor ayant des première et seconde surfaces de portée transversales coopérant chacune de façon étanche avec une surface transversale d'extrémité respective de chambre,
- chaque corps de rotor présente une torsion hélicoïdale autour d'un axe longitudinal entre la première surface de portée transversale et la seconde surface de portée transversale,
- le passage d'entrée communique avec l'intérieur de l'enveloppe par un orifice d'entrée prévu dans la première surface transversale d'extrémité,
- le passage de sortie communique avec l'intérieur de l'enveloppe par un orifice de sortie prévu essentiellement dans la seconde surface transversale d'extrémité,
- chaque rotor est tenu en porte-à-faux par des moyens de guidage de rotor situés en aval du corps de rotor dans le sens d'écoulement du fluide pompé, la pompe étant dépourvue de moyens de guidage de rotor en amont des corps de rotor.

[0017] Selon l'invention, chacun des deux corps de rotor a un profil transversal de type ROOTS, et est conçu avec une torsion hélicoïdale d'un quart de tour entre la première surface de portée transversale de rotor et la seconde surface de portée transversale de rotor, l'orifice d'entrée étant situé selon un premier côté du plan défini par les axes des rotors, et l'orifice de sortie étant situé selon un second côté du plan défini par les axes des rotors.

[0018] Cette torsion hélicoïdale d'un quart de tour procure le meilleur compromis entre le diamètre du rotor. Un débit de pompage d'environ 4000 m³/h peut être atteint.

[0019] On peut également prévoir des moyens de commande et d'alimentation pour piloter la vitesse de rotation des rotors. Le débit de pompage et la pression amont peuvent alors être facilement ajustés en fonction de l'équipement et des étapes de traitement.

[0020] La pompe à vide monoétagée ainsi constituée présente les avantages des pompes ROOTS ou pompes à vis, à savoir un grand débit de pompage. Sa conception particulière lui confère en outre l'avantage de générer moins de vibrations et moins de bruits, et d'avoir un grand débit sous un plus petit volume grâce à une possibilité de rotation plus rapide.

[0021] Sa conception évite aussi de générer des pollutions particulières rétrogrades dans un équipement adjacent, puisque les particules pompées pénètrent axialement dans la pompe par le passage d'entrée et ne risquent pas d'être renvoyées dans l'équipement par rebond sur des portions de rotor en mouvement vers l'amont. Sa conception évite aussi les pollutions rétrogrades grâce à l'absence de palier et de produits de lubrification dans la zone à basse pression en amont des rotors.

[0022] Cette pompe à vide peut donc être placée à proximité immédiate d'un équipement dans lequel on veut générer et entretenir un vide, et peut remplir correctement les fonctions de pompe secondaire.

[0023] En outre, l'absence d'éléments de guidage mécanique des rotors en amont laisse toute latitude pour choisir la forme et la position de l'orifice d'aspiration de la pompe qui assurent notamment le meilleur débit de la pompe.

[0024] Pour assurer une tenue mécanique satisfaisante des rotors en porte-à-faux, permettant une grande vitesse de rotation sans risque de contact des rotors avec le corps de pompe, on pourra avantageusement choisir des corps de rotors relativement courts, c'est-à-dire dont le rapport entre la hauteur et le diamètre hors tout des corps de rotor est inférieur à 1.

[0025] De bons résultats pourront être obtenus avec un rapport entre la hauteur et le diamètre hors tout des corps de rotor d'environ 0,6.

[0026] Selon un premier mode de réalisation, la pompe selon l'invention comprend deux corps de rotor ayant chacun des lobes qui ont une section transversale dont le contour présente un profil classique dans les pompes de type ROOTS.

[0027] Ce profil assure le meilleur compromis entre l'encombrement externe de la pompe selon l'invention et le débit de l'ordre de 4000 m³/h que l'on souhaite obtenir.

[0028] Par exemple, les corps de rotor peuvent comprendre chacun deux lobes.

[0029] Selon un second mode de réalisation, chaque corps de rotor comprend au moins trois lobes. Un avantage est un meilleur équilibre dynamique, pour la réduction des bruits et des vibrations. Un autre avantage est un meilleur taux de compression.

[0030] Un inconvénient est toutefois une réduction du débit de pompage à même encombrement, et une plus grande complexité d'usinage.

[0031] Selon un mode de réalisation avantageux, la pompe à vide de l'invention peut comprendre des moyens pour

assurer son maintien dans une position dans laquelle les axes des rotors sont orientés, par rapport à une direction verticale, selon un angle d'orientation inférieur à 90°.

[0032] Rappelons que, dans les dispositifs de pompage connus comprenant des pompes secondaires de type ROOTS à entrée et sortie radiales, des particules présentes dans les gaz pompés étaient susceptibles d'être piégées dans des zones mortes. La conception particulière de la pompe à vide de l'invention, associée à une orientation non horizontale des axes des rotors de la pompe à vide, a pour effet d'éviter la stagnation des particules.

[0033] De façon avantageuse, l'angle d'orientation peut être choisi inférieur à 45° par rapport à la verticale. Un tel angle permet de réduire encore l'encombrement au sol de la pompe à vide de l'invention, et favorise l'expulsion des particules.

[0034] En effet, la conception particulière de la pompe à vide de l'invention permet son utilisation selon l'axe vertical. L'encombrement est alors minimum.

[0035] De préférence, la pompe à vide selon l'invention peut comprendre des moyens pour assurer son maintien dans une position dans laquelle l'orifice d'entrée se trouve plus haut que l'orifice de sortie.

[0036] Cette position particulière de l'orifice d'entrée par rapport à l'orifice de sortie réduit encore la stagnation éventuelle de certaines particules dans la pompe à vide. En effet, l'action de la gravité s'ajoute à l'action du flux gazeux pour expulser les particules vers la sortie de la pompe.

[0037] Selon un mode de réalisation avantageux, la pompe à vide selon l'invention est réalisée à partir de matériaux qui sont choisis pour supporter jusqu'à une température d'environ 150°C.

[0038] Ainsi, le choix des matériaux rend possible l'utilisation de la pompe à vide de l'invention aux températures habituellement nécessaires pour rendre volatiles certains gaz dans les lignes de vide. On peut atteindre une telle température également grâce à un choix judicieux des matériaux constituant la partie d'isolation entre la partie pompage et la partie mécanique de la pompe.

[0039] Selon une forme d'exécution de l'invention, la pompe à vide comprend un moteur monté sur l'un des arbres d'entraînement entre les moyens de guidage.

[0040] Selon une autre forme d'exécution, la pompe à vide comprend deux moteurs synchronisés montés chacun sur un arbre d'entraînement respectif entre les moyens de guidage.

[0041] Selon un autre aspect, l'invention propose également un système de pompage pour la génération et l'entretien d'un vide dans un équipement, comprenant :

- une pompe primaire ayant une entrée d'aspiration primaire et une sortie de refoulement primaire,
- une pompe secondaire, ayant une entrée d'aspiration secondaire raccordée à une sortie de l'équipement par une canalisation d'entrée, et ayant une sortie de refoulement secondaire raccordée à l'entrée d'aspiration primaire par une canalisation intermédiaire, et dans lequel :

- la pompe secondaire est une pompe monoétagée du type tel que défini ci-dessus,
- la pompe secondaire est positionnée à proximité immédiate de l'équipement, -- a pompe primaire est déportée à l'écart de l'équipement.

[0042] De préférence, l'entrée d'aspiration secondaire est disposée face à la sortie de l'équipement, et la canalisation d'entrée relie directement l'entrée d'aspiration secondaire à la sortie de l'équipement. La canalisation d'entrée peut alors être très courte, voire inexistante.

[0043] De façon très avantageuse, la pompe à vide monoétagée telle que conçue selon la présente invention présente l'avantage de pouvoir être positionnée à proximité immédiate de l'équipement. Ainsi, les canalisations sont moindres que dans les dispositifs de pompage de l'art antérieur. Moins de canalisations signifie moins de place perdue en salle blanche, et moins de volume à pomper, donc une plus grande réactivité du système de pompage.

[0044] Selon un mode de réalisation avantageux, le système de pompage selon l'invention comprend des moyens de commande et d'alimentation pour piloter la vitesse de la pompe secondaire.

[0045] Les moyens de commande et d'alimentation pilotent la pompe secondaire de façon à régler sa vitesse dans une plage de vitesse permettant un contrôle optimal de la pression d'aspiration par la pression de refoulement.

[0046] Selon une première variante, le système de pompage comprend en outre une vanne placée au refoulement de la pompe secondaire, et des moyens de commande et d'alimentation pour piloter l'ouverture de la vanne.

[0047] Selon une deuxième variante, le système de pompage comprend une vanne placée au refoulement de la pompe secondaire, les moyens de commande et d'alimentation agissant sur la vitesse de la pompe secondaire et/ou sur l'ouverture de la vanne de manière à réguler la pression dans l'équipement.

[0048] D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante de modes de réalisation particuliers, faite en relation avec les figures jointes, parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue de face en coupe longitudinale dans le plan des axes de rotation d'une pompe selon un mode

de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 est une vue de face de la pompe de la figure 1, en coupe longitudinale partielle selon le plan des axes de rotation ;
- la figure 3 est une vue de dessus en coupe transversale selon le plan C-C de la figure 1 ;
- la figure 4 est une vue de dessus de la pompe de la figure 1 ;
- la figure 5 est une vue en perspective illustrant un couple de rotors à profil transversal ROOTS selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 6 est une vue frontale du couple de rotors de la figure 5 ; et
- la figure 7 est un schéma d'ensemble d'un système de pompage selon un mode de réalisation de l'invention.

[0049] On considère la figure 1, qui illustre une pompe à vide selon un mode de réalisation de l'invention. Cette pompe comprend un corps de pompe dans lequel on distingue deux parties principales. Une première partie principale comprend les éléments d'entraînement mécanique 19 de la pompe de l'invention. Une seconde partie principale comprend une enveloppe 1 enfermant de façon étanche les éléments constituant la partie pompage 22 de la pompe.

[0050] La première partie principale comprend un premier arbre d'entraînement 21a et un second arbre d'entraînement 21b, parallèles l'un par rapport à l'autre. Les deux arbres d'entraînement 21a et 21b sont maintenus par des paliers 29a, 29b, 29c et 29d. Un rotor de moteur 30 est fixé sur le second arbre d'entraînement 21b, entre les paliers 29c et 29d, et tourne dans un stator de moteur 31 fixe dans le corps de pompe entre lesdits paliers 29c et 29d. Des conducteurs électriques 20 alimentent le stator de moteur 31 en énergie électrique pour entraîner le second arbre d'entraînement 21 b en rotation.

[0051] Le premier arbre d'entraînement 21a définit un premier axe I-I et le second arbre d'entraînement 21 b définit un second axe II-II.

[0052] Une roue dentée menante 32 est calée sur le second arbre d'entraînement 21b et s'engrène avec une roue dentée menée 33. Cette roue dentée menée 33 est calée sur le premier arbre d'entraînement 21 a.

[0053] La seconde partie principale comprend l'enveloppe 1 qui définit deux chambres cylindriques parallèles 2a et 2b, centrées sur les axes I-I et II-II, se chevauchant transversalement. Ces chambres cylindriques parallèles 2a et 2b sont limitées par des surfaces périphériques cylindriques 3a et 3b et par des surfaces transversales d'extrémités 10 et 12.

[0054] Un passage d'entrée 4 est adapté pour être connecté à un équipement dans lequel le vide doit être effectué et pour permettre aux fluides de pénétrer dans la pompe selon l'invention.

[0055] Le passage d'entrée 4 communique avec l'intérieur de l'enveloppe 1 par un orifice d'entrée 9 prévu essentiellement dans la première surface transversale d'extrémité 10.

[0056] Deux rotors A et B parallèles sont disposés chacun de façon à pouvoir tourner dans une chambre cylindrique respective 2a ou 2b autour d'un axe I-I ou II-II respectif. Les rotors A et B ont chacun respectivement un corps de rotor 6a et 6b et un arbre coaxial aval 62a et 62b. Les corps de rotor 6a et 6b sont limités axialement par des premières surfaces de portée transversales 7a et 7b coplanaires et par des secondes surfaces de portée transversales 8a et 8b coplanaires. Chaque rotor A ou B est fixé en porte-à-faux respectivement, par son arbre coaxial aval 62a ou 62b, en bout du premier arbre d'entraînement 21a ou du second arbre d'entraînement 21 b de la première partie principale. Ainsi, les rotors sont tenus en porte-à-faux par des moyens de guidage (les paliers 29a-29d) situés en aval des corps de rotor 6a et 6b dans le sens d'écoulement des fluides pompés. Il n'y a aucun moyen de guidage dans la zone à faible pression gazeuse en amont des corps de rotor 6a et 6b.

[0057] Les moyens de guidage 29a-29d peuvent être des paliers lisses, ou des paliers magnétiques, ou des paliers à gaz, par exemple.

[0058] Une paroi thermiquement isolante 100 sépare la première partie principale de la seconde partie principale. De la sorte, il est possible de chauffer la seconde partie principale qui contient les gaz pompés, afin d'éviter leur dépôt sur les éléments de pompage, tout en maintenant une température plus basse dans la première partie principale munie des moyens de maintien et d'entraînement des rotors.

[0059] Un moteur, par exemple constitué d'un rotor 30 et d'un stator 31, peut être monté directement sur un des arbres d'entraînement 21 a ou 21 b entre deux moyens de guidage 29a et 29b, ou 29c et 29d. Ceci permet d'augmenter la compacité de la pompe par rapport à un moteur monté en bout d'arbre après les engrenages.

[0060] Toutefois cette dernière solution permet si nécessaire d'utiliser un moteur plus gros et plus puissant si l'espace entre les couples de moyens de guidage 29a et 29b, ou 29c et 29d n'est pas suffisant.

[0061] On peut aussi prévoir que la pompe à vide selon l'invention fonctionne avec deux moteurs synchronisés montés chacun sur un arbre d'entraînement 21a ou 21 b respectif entre les moyens de guidage. Ceci permet d'avoir plus de puissance dans un encombrement donné.

[0062] On considère la figure 2, sur laquelle les mêmes éléments essentiels sont repérés par les mêmes références numériques que sur la figure 1.

[0063] Un passage de sortie 5 traverse l'enveloppe 1 et est positionné de telle sorte que le passage d'entrée 4 et le passage de sortie 5 traversent l'enveloppe 1 en deux positions respectives généralement opposées.

[0064] Le passage de sortie 5 communique avec l'intérieur de l'enveloppe 1 par un orifice de sortie 11 prévu dans la seconde surface transversale d'extrémité 12.

[0065] On constate aisément que, sur la pompe selon l'invention, l'entrée et la sortie des fluides s'effectuent de façon axiale.

[0066] On constate sur cette figure, que l'orifice d'entrée 9 et l'orifice de sortie 11 sont toutefois décalés l'un par rapport à l'autre, tout en étant orientés axialement : l'orifice d'entrée 9 est coupé par le plan de coupe, tandis que l'orifice de sortie 11 est en avant du plan de coupe.

[0067] La figure 3 est une coupe selon le plan C-C de la figure 1. Les mêmes éléments essentiels sont repérés par les mêmes références numériques que sur les figures 1 et 2.

[0068] Cette figure illustre les deux rotors A et B. Le rotor A comprend un corps de rotor 6a ayant deux lobes opposés 60a et 61 a. Le rotor B comprend un corps de rotor 6b ayant deux lobes opposés 60b et 61 b. Les corps de rotors 6a et 6b sont disposés chacun de façon à pouvoir tourner dans une chambre cylindrique respective 2a et 2b. Chaque lobe 60a, 61 a, 60b, 61 b de chaque corps de rotor 6a et 6b a une surface, de portée radiale respective 25a ou 26a et 25b ou 26b, coopérant de façon étanche avec la surface périphérique cylindrique 3a ou 3b de la chambre cylindrique respective 2a ou 2b pendant une partie de la course rotative du rotor A ou B correspondant.

[0069] Les sections transversales des corps de rotors 6a et 6b ont des contours similaires aux contours des profils ROOTS classiques.

[0070] La figure 4 est une vue de dessus de la pompe selon l'invention. Les mêmes éléments essentiels sont repérés par les mêmes références numériques que sur les figures 1, 2 et 3. Les figures 5 et 6 illustrent les couples de corps de rotor 6a et 6b, respectivement en perspective et en vue de dessus.

[0071] On distingue sur ces figures que chaque corps de rotor 6a et 6b présente une torsion hélicoïdale autour d'un axe longitudinal respectif I-I ou II-II entre la première surface de portée transversale 7a ou 7b et la seconde surface de portée transversale 8a ou 8b, les torsions hélicoïdales des rotors étant de sens opposés.

[0072] Cette torsion hélicoïdale des profils des rotors de type ROOTS permet d'avoir des orifices d'aspiration et de refoulement sur les parois perpendiculaires aux axes et donc d'avoir un pompage axial.

[0073] La figure 4 illustre également le décalage entre le passage d'entrée 4 et le passage de sortie 5.

[0074] Dans la réalisation illustrée sur les figures 1 à 7, chacun des deux corps de rotor 6a et 6b est conçu avec une torsion hélicoïdale d'un quart de tour entre les premières et secondes surfaces de portée transversales 7a, 7b, 8a et 8b. L'orifice d'entrée 9 est situé selon un premier côté du plan défini par les axes I-I et II-II des corps de rotors 6a et 6b, et l'orifice de sortie 11 est situé selon le second côté du plan défini par les axes I-I et II-II des corps de rotors 6a et 6b.

[0075] Les corps de rotors 6a et 6b illustrés sur les figures sont relativement courts, leur hauteur axiale H étant inférieure ou égale à leur diamètre hors tout D.

[0076] Le rapport H/D est inférieur à 1, avantageusement d'environ 0,6.

[0077] Dans la réalisation illustrée, le moteur formé par le rotor 30 et le stator 31 est positionné sur le second arbre d'entraînement 21 b entre les paliers 29c et 29d, augmentant la compacité de la pompe.

[0078] On va maintenant décrire le fonctionnement de la pompe selon l'invention.

[0079] On alimente le stator 31, via les conducteurs électriques 20. Ceci a pour effet de mettre en rotation le second arbre d'entraînement 21 b qui entraîne en rotation, via les roues dentées 32 et 33, le premier arbre d'entraînement 21a. Les rotors A et B couplés mécaniquement aux arbres entraînement 21a et 21b sont alors entraînés en rotation en sens inverses l'un de l'autre.

[0080] Les fluides à pomper pénètrent en continu dans la pompe de l'invention par l'orifice d'entrée 9 et remplissent un volume entre les corps de rotors 6a et 6b.

[0081] Les corps de rotors 6a et 6b, en tournant toujours sur eux-mêmes, déplacent ledit volume rempli de fluides vers l'orifice de sortie 11. Pendant une partie de son déplacement, le volume rempli de fluides se trouve isolé à la fois de l'orifice d'entrée 9 et de l'orifice de sortie 11. Puis, le volume rempli de fluides se trouve en connexion avec l'orifice de sortie 11, et les fluides sont expulsés. Le pompage se poursuit avec les volumes suivants.

[0082] Le tableau ci-dessous valide certaines qualités d'une pompe à vide monoétagée de l'invention par rapport à une pompe de type ROOTS monoétagée classique. Ce tableau compare les performances de la pompe de l'invention (I) par rapport à une pompe de type ROOTS classique (R) de même débit nominal, en termes de vitesse, dimensions, volume, poids et puissance.

| | Débit nominal (m ³ /h) | Fréquence de rotation (Hz) | Dimensions (mm) | | | Volume (litres) | Poids (kg) | Puissance moteur (kW) |
|---|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----|-----|-----------------|------------|--------------------------|
| I | 000 | 200 | 540 | 450 | 300 | 70 | 150 | 6 |
| R | 4000 | 70 | 1240 | 570 | 400 | 280 | 430 | 11 |
| | | | | | | 1/4 | 1/3 | 1/2 |

[0083] On constate que pour un débit désiré, la pompe de l'invention est moins encombrante, a une vitesse de rotation nettement supérieure, et son moteur consomme moins de puissance.

[0084] La conception de la pompe selon l'invention (haute vitesse de rotation, position verticale, principe de montage des lobes, profils de lobes optimisés, choix des matériaux) permet, par rapport à une pompe ROOTS classique de même débit, de réduire le volume de la pompe d'un facteur 4, son poids d'un facteur 3 et sa consommation électrique d'un facteur 2 environ.

[0085] En outre, la pompe selon l'invention peut fonctionner efficacement sur une large plage de débits, par exemple de 1 000 m³/h à plus de 4 000 m³/h par variation de sa vitesse de rotation et à faible énergie.

[0086] Dans le mode de réalisation décrit sur les figures 1, 2, 3 et 4, les corps de rotors 6a et 6b présentent une torsion hélicoïdale d'un quart de tour. Cependant, sans sortir du cadre de l'invention, on peut choisir une torsion hélicoïdale de valeur angulaire différente, en allongeant en conséquence les rotors.

[0087] Une torsion d'un demi-tour permettrait de former une seconde chambre intermédiaire de passage de fluides et constituerait un second étage de pompage. La pompe qui en résulterait serait donc bi-étagée.

[0088] La figure 7 illustre le système de pompage selon l'invention. Ce système est constitué d'un équipement 13 dans lequel on veut assurer un vide approprié.

[0089] Une sortie 13a de l'équipement 13 est reliée à l'entrée d'aspiration secondaire 15a d'une pompe secondaire 15 par l'intermédiaire d'une canalisation d'entrée 16. La pompe secondaire 15 est d'un type tel que décrit précédemment, avec deux rotors A et B (figure 1) à torsion hélicoïdale.

[0090] La pompe secondaire 15 possède une sortie de refoulement 15b que l'on connecte à l'entrée d'aspiration 14a d'une pompe primaire 14 par l'intermédiaire d'une canalisation intermédiaire 17. La sortie de refoulement 14b de la pompe primaire 14 permet au système selon l'invention de refouler à la pression atmosphérique.

[0091] De façon avantageuse, l'entrée d'aspiration secondaire 15a est disposée face à la sortie de l'équipement 13a, et la canalisation d'entrée 16 relie directement l'entrée d'aspiration secondaire 15a à la sortie de l'équipement 13a. Ainsi, la canalisation d'entrée 16 est la plus courte possible, et peut être inexistante dans le cas d'un accouplement direct de la pompe secondaire 15 sur l'équipement 13. On évite ainsi les volumes supplémentaires à pomper, et les pertes de conductance dues aux canalisations. On peut alors réduire encore la taille de la pompe secondaire 15.

[0092] Par contre, la pompe primaire 14 est déportée à l'écart de l'équipement, par exemple hors de la salle de fabrication, en étant reliée à la pompe secondaire 15 par une canalisation intermédiaire 17 relativement longue, limitant l'encombrement du système de pompage dans la salle de fabrication, et évitant de perturber l'équipement 13 par des vibrations, des bruits, ou autres nuisances.

[0093] Du fait de l'action de la pompe secondaire fonctionnant de 10⁻³ mbar à 10 mbar, le gaz transféré à l'échappement est à une pression 10 à 100 fois plus élevée qu'en sortie directe de la chambre de procédés, ce qui permet de diminuer le diamètre des canalisations transférant les gaz de procédés à la pompe primaire et par conséquent le coût de raccordement.

[0094] Une autre conséquence est que les pièges à particules peuvent être de plus faibles dimensions et placés en aval de la pompe secondaire 15 au lieu d'être en sortie de chambre, évitant ainsi les phénomènes de rétro-diffusion de particules dans la chambre de procédés.

[0095] La suppression des canalisations intermédiaires entre l'équipement 13 et la pompe secondaire 15 réduit les coûts des branchements, et réduit la consommation électrique.

[0096] La maintenance et le nettoyage sont également facilités.

[0097] La vitesse de rotation des rotors A et B de pompe peut être pilotée par des moyens de commande et d'alimentation 18 qui fournissent l'énergie électrique au moteur (30-31, figure 1) de la pompe secondaire 15 de l'invention. Du fait de la position de la pompe secondaire 15 à proximité immédiate de l'équipement 13, une variation de vitesse de pompe secondaire 15 ou une variation de pression à son refoulement réagissent rapidement sur l'équipement.

[0098] On peut ainsi envisager de contrôler par la pompe secondaire 15 le procédé de traitement mis en oeuvre dans l'équipement 13.

[0099] Par exemple, les moyens de commande et d'alimentation 18 peuvent agir sur la vitesse de la pompe secondaire 15 de manière à réguler la pression dans l'équipement 13.

[0100] Un inconvénient est l'inertie de la pompe.

[0101] En alternative ou en complément, on peut prévoir une vanne 40 placée au refoulement de la pompe secondaire 15. Les moyens de commande et d'alimentation 18 pilotent alors l'ouverture de la vanne 40, ce qui modifie la pression de refoulement. La modification de la pression de refoulement entraîne la modification du taux de compression de la pompe et donc la modification de la pression d'aspiration qui elle-même est la pression dans l'équipement 13. Les moyens de commande et d'alimentations 18 peuvent ainsi piloter l'ouverture de la vanne 40 de manière à réguler la pression dans l'équipement 13, par exemple.

[0102] On peut également combiner les deux systèmes, vitesse de rotation de la pompe et vanne au refoulement. Dans ce cas, les moyens de commande et d'alimentation 18 pilotent la pompe secondaire 15 de façon à régler sa vitesse dans une plage de vitesse permettant un contrôle optimal de la pression d'aspiration par la pression de refoulement, et

les moyens de commande et d'alimentation 18 pilotent l'ouverture de la vanne 40 de refoulement de manière à contrôler la pression d'aspiration par la pression de refoulement. Le document EP-1 475 535 enseigne comment piloter la pompe secondaire pour cela.

[0103] Dans tous les cas, on peut s'affranchir d'une vanne de régulation entre la pompe secondaire 15 et l'équipement 13, vanne génératrice de turbulences et de particules dans l'équipement 13.

Revendications

1. Pompe à vide, comprenant :

- une enveloppe (1) définissant deux chambres cylindriques parallèles (2a, 2b), se chevauchant transversalement, limitées par des surfaces périphériques cylindriques (3a, 3b) et des surfaces transversales d'extrémités (10, 12), et ayant des axes (I-I, II-II) respectifs définissant une direction longitudinale, les surfaces transversales d'extrémités (10, 12) définissant une direction transversale,
- un passage d'entrée (4), et un passage de sortie (5), traversant l'enveloppe (1) en deux positions respectives,

- le passage d'entrée (4) communiquant avec l'intérieur de l'enveloppe (1) par un orifice d'entrée (9) prévu dans la première surface transversale d'extrémité (10),

- le passage de sortie (5) communiquant avec l'intérieur de l'enveloppe (1) par un orifice de sortie (11) prévu essentiellement dans la seconde surface transversale d'extrémité (12),

- deux rotors (A, B) disposés chacun de façon à pouvoir tourner dans une chambre cylindrique respective (2a ou 2b), les rotors (A, B) ayant des corps de rotor (6a, 6b) à lobes complémentaires engrenés (60a, 61a ; 60b, 61b) et des arbres de rotor (21 a, 62a ; 21 b, 62b),

- chaque lobe (60a, 61 a ; 60b, 61 b) de chaque rotor (A, B) ayant une surface de portée radiale (25a, 25b, 26a, 26b) coopérant de façon étanche avec la surface périphérique cylindrique (3a, 3b) de la chambre cylindrique respective (2a, 2b), les corps de rotor (6a, 6b) ayant des première et seconde surfaces de portée transversales (7a, 7b ; 8a, 8b) coopérant chacune de façon étanche avec une surface transversale d'extrémité (10, 12) respective de chambre,

- chaque corps de rotor (6a, 6b) présentant une torsion hélicoïdale autour d'un axe longitudinal (I-I, II-II) entre la première surface de portée transversale (7a, 7b) et la seconde surface de portée transversale (8a, 8b),

- chaque rotor (A, B) étant tenu en porte-à-faux par des moyens de guidage (29a-29d) de rotor situés en aval du corps de rotor (6a, 6b) dans le sens d'écoulement du fluide pompé, la pompe étant dépourvue de moyens de guidage de rotor en amont des corps de rotor (6a, 6b).

caractérisé en ce que chacun des deux corps de rotor (6a, 6b) a un profil transversal de type ROOTS et est conçu avec une torsion hélicoïdale d'un quart de tour entre la première surface de portée transversale de rotor (7a, 7b) et la seconde surface de portée transversale de rotor (8a, 8b), l'orifice d'entrée (9) est situé selon un premier côté du plan défini par les axes des rotors (I-I, II-II), et l'orifice de sortie (11) est situé selon un second côté du plan défini par les axes des rotors (I-I, II-II).

2. Pompe à vide selon la revendication 1, dans laquelle le rapport entre la hauteur (H) et le diamètre hors tout (D) des corps de rotor (6a, 6b) est inférieur à 1.

3. Pompe à vide selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle chaque corps de rotor (6a, 6b) comprend deux lobes (60a, 61 a ; 60b, 61 b).

4. Pompe à vide selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle chaque corps de rotor (6a, 6b) comprend au moins trois lobes.

5. Pompe à vide selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les arbres de rotor comprennent chacun un arbre coaxial aval (62a, 62b) respectif de rotor fixé en bout d'un arbre d'entraînement (21 a, 21 b) respectif.

6. Pompe à vide selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant un moteur (30, 31) monté sur l'un des arbres d'entraînement (21 b) entre les moyens de guidage (29c-29d).

7. Pompe à vide selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant deux moteurs synchronisés montés chacun sur un arbre d'entraînement respectif (21 a, 21 b) entre les moyens de guidage (29a-29d).

8. Système de pompage pour la génération et l'entretien d'un vide dans un équipement (13), comprenant :

- une pompe primaire (14) ayant une entrée d'aspiration primaire (14a) et une sortie de refoulement primaire (14b),
- une pompe secondaire (15) ayant une entrée d'aspiration secondaire (15a) raccordée à une sortie de l'équipement (13a) par une canalisation d'entrée (16) et ayant une sortie de refoulement secondaire (15b) raccordée à l'entrée d'aspiration primaire (14a) par une canalisation intermédiaire (17),

caractérisé en ce que :

- la pompe secondaire (15) est une pompe monoétagée du type tel que défini par l'une des revendications 1 à 7,
- la pompe secondaire (15) est positionnée à proximité immédiate de l'équipement (13),
- la pompe primaire (14) est déportée à l'écart de l'équipement (13).

9. Système de pompage selon la revendication 9, dans lequel l'entrée d'aspiration secondaire (15a) est disposée face à la sortie de l'équipement (13a), et la canalisation d'entrée (16) relie directement l'entrée d'aspiration secondaire (15a) à la sortie de l'équipement (13a).

10. Système de pompage selon l'une des revendications 9 et 10, comprenant des moyens de commande et d'alimentation (18) pour piloter la pompe secondaire (15) de façon à régler sa vitesse dans une plage de vitesse permettant un contrôle optimal de la pression d'aspiration par la pression de refoulement.

11. Système de pompage selon l'une des revendications 9 à 11, comprenant une vanne (40) placée au refoulement de la pompe secondaire (15), les moyens de commande et d'alimentation (18) agissant sur la vitesse de la pompe secondaire (15) et/ou sur l'ouverture de la vanne (40) de manière à réguler la pression dans l'équipement (13).

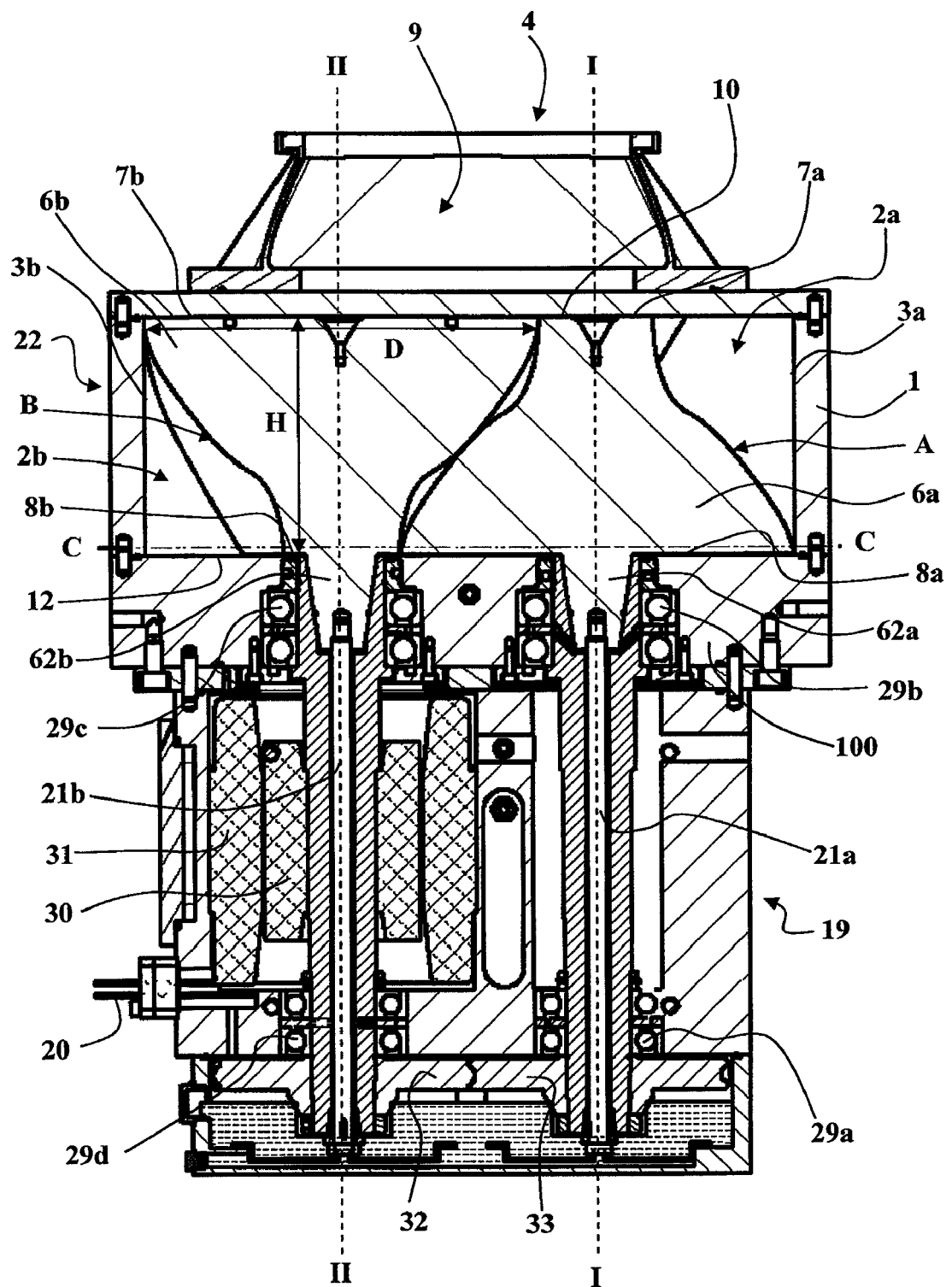


FIG. 1

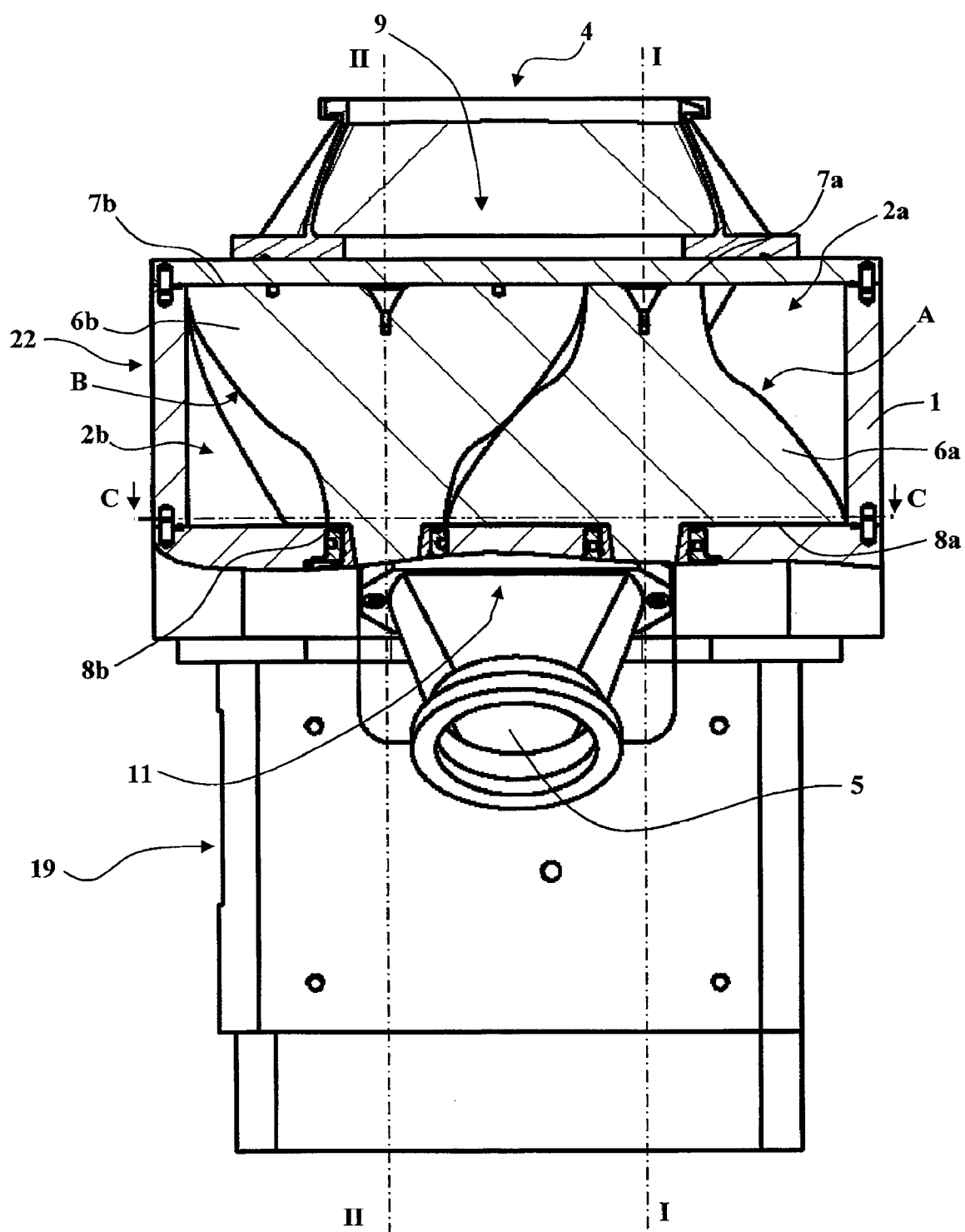
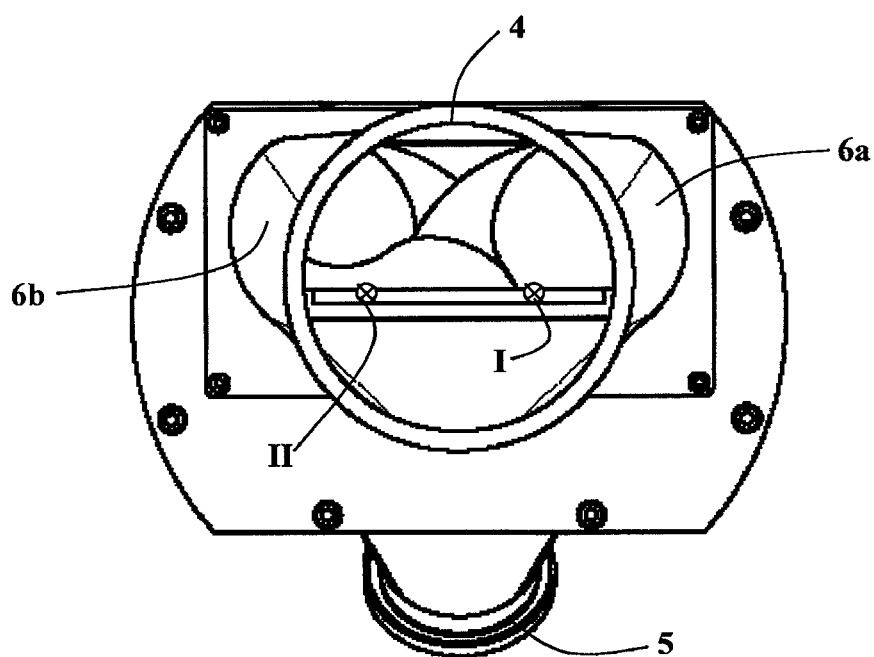
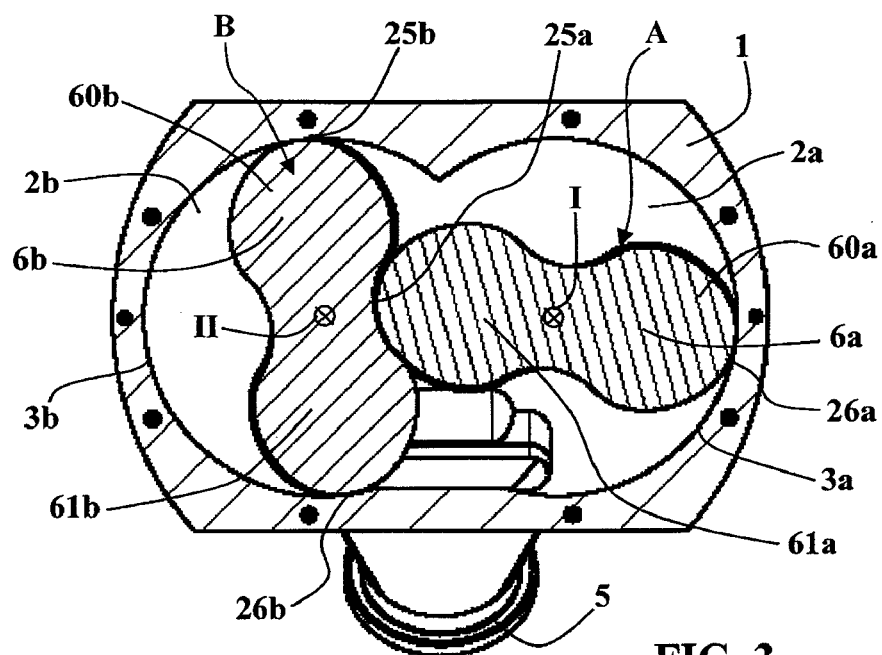


FIG. 2



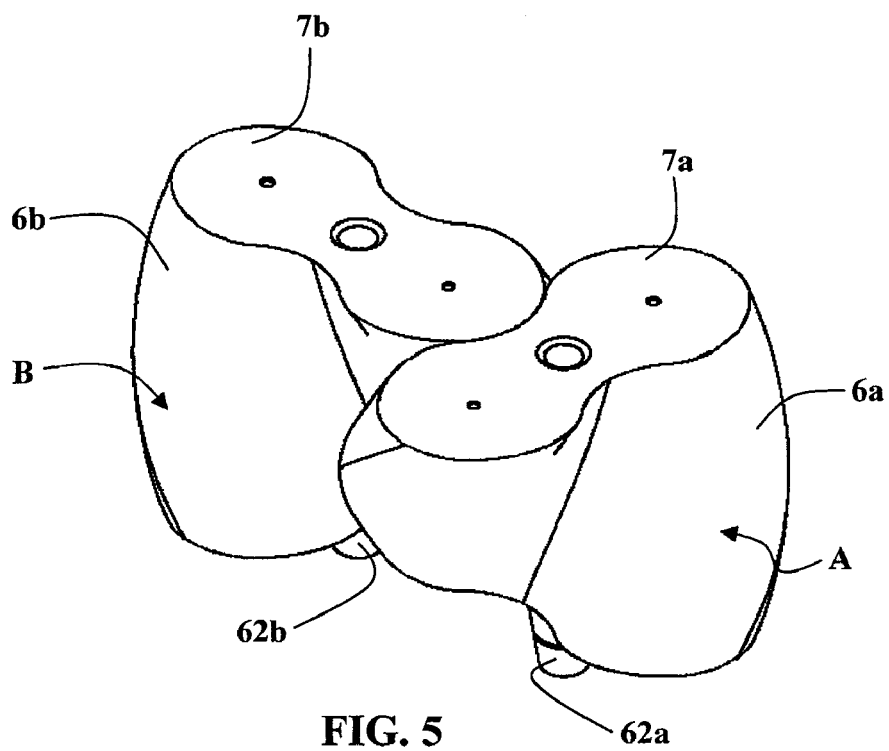


FIG. 5

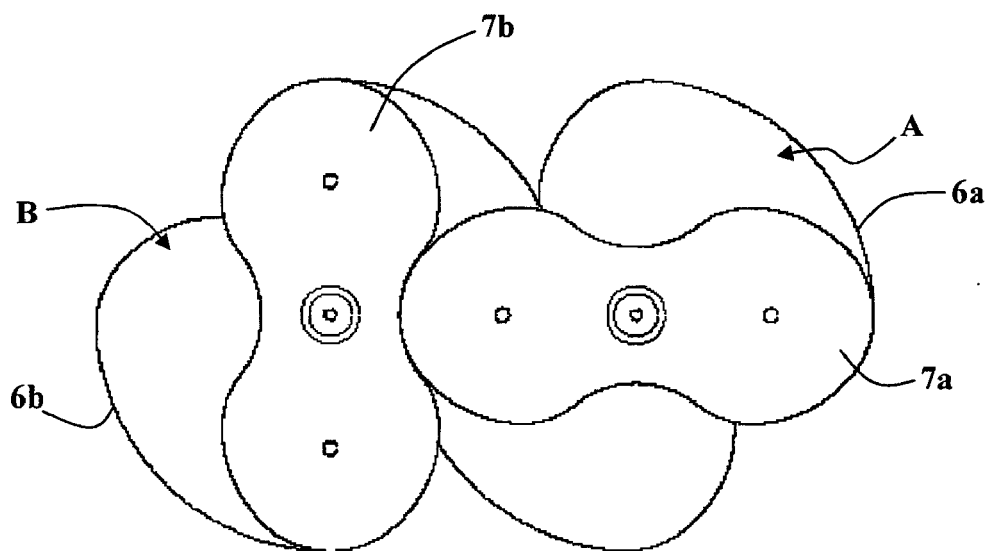


FIG. 6

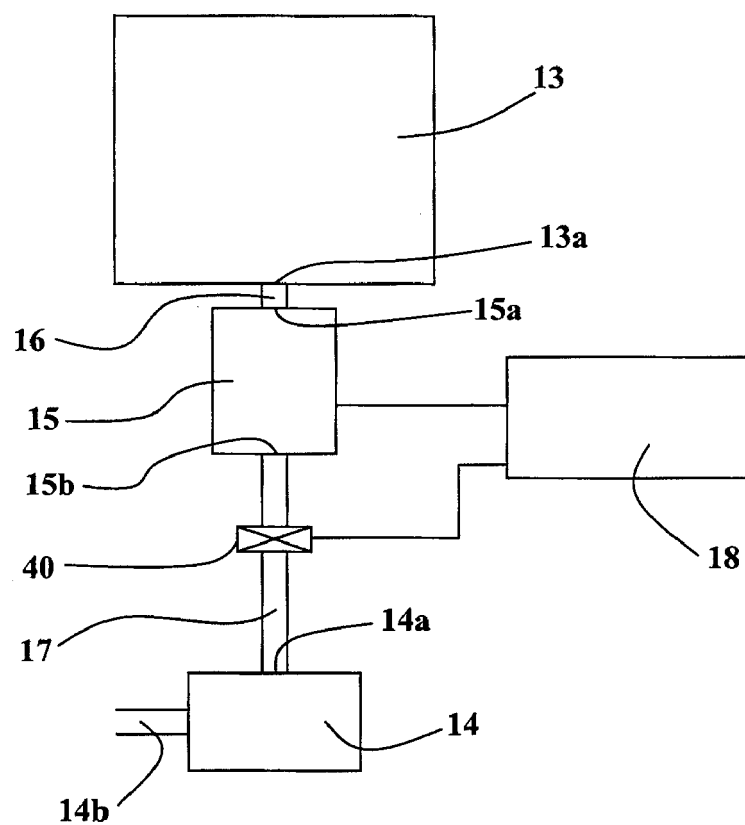


FIG. 7



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 16 5208

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC) |
| A | DE 195 22 557 A1 (SIHI IND CONSULT GMBH [DE]) 2 janvier 1997 (1997-01-02) * colonne 1, ligne 1; revendication 1; figure * | 1-11 | INV. F04C18/12 F04C23/00 F04C25/02 |
| A | DE 195 22 551 A1 (SIHI IND CONSULT GMBH [DE] STERLING INDUSTRY CONSULT GMBH [DE]) 2 janvier 1997 (1997-01-02) * colonne 1, ligne 2; revendication 1; figure * | 1-11 | |
| A | DE 10 2005 017575 A1 (BOERGER GMBH [DE]) 16 mars 2006 (2006-03-16) * abrégé; figure 3 * | 1-11 | |
| A | US 5 118 268 A (CRISENBERRY RICHARD T [US] ET AL) 2 juin 1992 (1992-06-02) * colonne 3, ligne 24 - ligne 26; figure 5 * | 1-11 | |
| A | US 6 129 534 A (SCHOFIELD NIGEL PAUL [GB] ET AL) 10 octobre 2000 (2000-10-10) * abrégé; figure 1 * | 1-11 | |
| A | GB 809 443 A (HERAEUS GMBH W C) 25 février 1959 (1959-02-25) * page 3, ligne 121 - page 4, ligne 33; figures 3,4 * | 1-11 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F04C |
| 1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications | | | |
| Lieu de la recherche Munich | | Date d'achèvement de la recherche 9 février 2009 | Examineur Descoubes, Pierre |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire | | T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant | |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 16 5208

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

09-02-2009

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|
| DE 19522557 A1 | 02-01-1997 | AUCUN | |
| DE 19522551 A1 | 02-01-1997 | AUCUN | |
| DE 102005017575 A1 | 16-03-2006 | AT 419464 T EP 1797327 A1 WO 2006015766 A1 | 15-01-2009 20-06-2007 16-02-2006 |
| US 5118268 A | 02-06-1992 | AUCUN | |
| US 6129534 A | 10-10-2000 | AUCUN | |
| GB 809443 A | 25-02-1959 | AUCUN | |

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

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 1475535 A [0102]