



(11)

EP 2 798 223 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
05.12.2018 Bulletin 2018/49

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 25/16** ^(2006.01)
F04D 29/60 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **12818501.4**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2012/076330

(22) Date de dépôt: **20.12.2012**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2013/098178 (04.07.2013 Gazette 2013/27)

(54) ADAPTATEUR POUR POMPES À VIDE ET DISPOSITIF DE POMPAGE ASSOCIÉ

ADAPTER FÜR VAKUUMPUMPEN UND ZUGEHÖRIGE PUMPVORRICHTUNG

ADAPTER FOR VACUUM PUMPS AND ASSOCIATED PUMPING DEVICE

(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**

- **MATHES, Rainer**
74160 Saint Julien en Genevois (FR)
- **VARENNE, Nicolas**
73100 Brison Saint Innocent (FR)

(30) Priorité: **26.12.2011 FR 1104110**

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

(43) Date de publication de la demande:
05.11.2014 Bulletin 2014/45

(73) Titulaire: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

(56) Documents cités:
EP-A2- 1 626 179

(72) Inventeurs:
• **BOURRILHON, Thibaut**
73100 Trevignin (FR)

EP 2 798 223 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 les pompes à vide turbomoléculaires que l'on raccorde à une enceinte pour générer un vide poussé.

[0002] La génération du vide poussé dans une enceinte nécessite l'utilisation de pompes capables de générer rapidement et de maintenir ce vide poussé. On utilise généralement des pompes à vide de type turbomoléculaire, composées d'un corps de pompe recevant un carter et dans lequel un rotor est entraîné en rotation rapide, par exemple une rotation à plus de trente mille tours par minute.

[0003] Le corps de pompe comporte un orifice d'aspiration, coaxial au rotor, que l'on raccorde à un orifice de sortie de l'enceinte. En général, la pompe est solidarisée à la seule structure fixe de l'enceinte et son support s'effectue par la seule zone entourant l'orifice d'aspiration de pompe et l'orifice de sortie correspondant de la structure fixe. Ainsi, le corps de pompe comporte une bride de raccordement, annulaire coaxiale entourant l'orifice d'aspiration, que l'on plaque et l'on visse à la structure fixe ou à un raccord intermédiaire lui-même raccordé à la structure fixe, pour solidariser la pompe à vide à la structure fixe.

[0004] Certains procédés, tels que les procédés de fabrication de semi-conducteurs, requièrent que les pompes turbomoléculaires puissent absorber des flux de gaz importants. Par exemple, les procédés de gravure 450 mm nécessitent que les pompes à vide turbomoléculaires soient capables d'absorber des flux de gaz de l'ordre de 2000 à 2500 sccm (« Standard Cubic Centimeters per Minute » en anglais) pour des pressions dans l'enceinte de l'ordre de 5 à 7 mtorr. Pour absorber de tels flux, les pompes à vide doivent présenter des capacités de pompage supérieures à environ 6000 1/s.

[0005] Aujourd'hui, peu de pompes à vide turbomoléculaires peuvent atteindre de telles capacités de pompage. Pour les obtenir, une solution consiste à raccorder plusieurs pompes à vide turbomoléculaires en parallèle à une même enceinte, de manière à sommer les capacités de pompage respectives, comme par exemple décrit dans le document EP 1 626 179 A2.

[0006] On constate cependant une forte inhomogénéité des vitesses de gaz dans l'enceinte, due au positionnement et à la conductance des raccordements des pompes à vide. Les vitesses des gaz sont aussi généralement inhomogènes au niveau de l'orifice d'aspiration des pompes à vide et la multiplication des raccords de pompes à vide à l'enceinte accentue cette inhomogénéité. La disparité résultante observée sur les vitesses des gaz régnant dans l'enceinte peut être particulièrement problématique au niveau du substrat des chambres de procédés dont la fabrication nécessite une distribution très homogène de la pression et des flux de gaz en surface.

[0007] Un autre inconvénient est la difficulté constatée pour réguler la pression régnant dans l'enceinte. On utilise généralement une vanne de régulation à conductan-

ce variable pour réguler la pression. La vanne de régulation est raccordée entre l'orifice de sortie de l'enceinte et l'orifice d'aspiration de la pompe à vide turbomoléculaire. Le contrôle de l'ouverture, plus ou moins grande de la vanne, permet de réguler la pression de l'enceinte en fonction des flux de gaz présents dans l'enceinte. On comprend dès lors qu'avec plusieurs pompes à vide raccordées à l'enceinte, il devient difficile de réguler à la fois plusieurs vannes de régulation, étant donné que le contrôle de chacune peut entraîner une variation différente de pression dans la chambre, notamment du fait du positionnement de la pompe à vide. Cette difficulté supplémentaire concourt également à l'inhomogénéité des vitesses de pompage dans l'enceinte.

[0008] Un des buts de la présente invention est de proposer un adaptateur pour pompes à vide et un dispositif de pompage qui résolvent au moins en partie les problèmes de l'état de la technique.

[0009] A cet effet, l'invention a pour objet un adaptateur pour pompes à vide caractérisé en ce qu'il comporte une bride annulaire d'entrée destinée à être raccordée à un orifice de sortie d'une enceinte et un raccord de sortie comportant au moins deux logements cylindriques de sortie, traversants et formant un corps de pompe au moins partiel pour le carter d'une pompe à vide turbomoléculaire respective, lesdites pompes à vide turbomoléculaires étant destinées à être reçues dans un logement cylindrique de sortie respectif, les axes des logements cylindriques de sortie sont inclinés par rapport à l'axe de la bride annulaire d'entrée.

[0010] Selon une ou plusieurs caractéristiques de l'adaptateur, prise seule ou en combinaison,

- le raccord de sortie comporte une première série de trous taraudés, agencée autour de chaque ouverture extérieure desdits logements cylindriques de sortie et l'adaptateur comporte des premières vis de fixation complémentaires, la première série de trous taraudés et lesdites premières vis de fixation complémentaires étant destinés à solidariser un corps de pompe d'une pompe à vide turbomoléculaire à l'adaptateur,
- les logements cylindriques de sortie présentent un volume sensiblement identique et sont disposés sensiblement symétriquement dans le raccord de sortie,
- la portion de l'adaptateur reliant la bride annulaire d'entrée et le raccord de sortie est tronconique,
- le diamètre interne de la base de la portion tronconique est sensiblement égal au diamètre du cercle dans lequel s'inscrivent les projections des diamètres des orifices d'aspiration des pompes à vide turbomoléculaires,
- le raccord de sortie présente un dôme central, saillant entre lesdits logements cylindriques,
- l'adaptateur comporte un passage tubulaire central, coaxial à la bride annulaire d'entrée, traversant le centre du raccord de sortie, entre lesdits logements

cylindriques,

[0011] L'invention a aussi pour objet un dispositif de pompage caractérisé en ce qu'il comporte un adaptateur pour pompes à vide tel que décrit précédemment et au moins deux pompes à vide turbomoléculaires logées au moins partiellement dans un logement cylindrique de sortie respectif.

[0012] Selon une ou plusieurs caractéristiques du dispositif de pompage, prise seule ou en combinaison :

- les pompes à vide turbomoléculaires comportent un corps de pompe respectif comportant une bride annulaire coaxiale respective dans laquelle une première et une deuxième séries coaxiales de trous traversants sont ménagées, ladite première série de trous traversants coopérant avec ladite première série de trous taraudés et les premières vis de fixation respectives du raccord de sortie pour fixer le corps de pompe de la pompe à vide turbomoléculaire au raccord de sortie et ladite deuxième série de trous traversants coopérant avec une deuxième série de trous taraudés ménagés dans le carter et des deuxième vis de fixation respectives du raccord de sortie pour fixer le carter de la pompe à vide turbomoléculaire au raccord de sortie,
- le raccordement réalisé par les premières vis de fixation entre la bride annulaire coaxiale et l'adaptateur est plus résistant que le raccordement réalisé par les deuxième vis de fixation entre ladite bride annulaire coaxiale et le carter,
- un jeu annulaire respectif est ménagé dans le fond des logements cylindriques de sortie, entre lesdits logements cylindriques et la périphérie de la première extrémité du carter des pompes à vide turbomoléculaires,
- les pompes à vide turbomoléculaires comportent respectivement un étage turbomoléculaire et un étage moléculaire et les logements cylindriques de sortie sont configurés pour loger au moins l'étage turbomoléculaire des pompes à vide turbomoléculaires,
- le dispositif de pompage comporte au moins deux premiers joints d'étanchéité de sortie destinés à être interposés entre le fond respectif d'un logement cylindrique de sortie et une première extrémité du carter de la pompe à vide turbomoléculaire respective,
- le dispositif de pompage comporte au moins deux deuxième joints d'étanchéité de sortie destinés à être interposés entre la bride annulaire coaxiale du corps de pompe et une deuxième extrémité du carter de la pompe à vide turbomoléculaire respective.

[0013] Le dispositif de pompage permet ainsi d'associer les capacités de pompage individuelles des pompes à vide turbomoléculaires pour obtenir une capacité de pompage résultante supérieure.

[0014] A la différence des pompes à vide de l'état de

la technique où la bride de raccordement est agencée au niveau de l'orifice d'aspiration, la bride annulaire coaxiale de la présente invention est agencée plus bas sur la pompe à vide turbomoléculaire, une partie au moins du carter étant logé dans l'adaptateur.

[0015] Le positionnement plus bas de la bride annulaire coaxiale présente plusieurs avantages.

[0016] D'abord, le raccordement entre la pompe à vide turbomoléculaire et l'adaptateur est délocalisé plus loin qu'autour de l'orifice d'aspiration de la pompe à vide turbomoléculaire. Il est alors possible de rapprocher entre eux les différents orifices d'aspiration des pompes à vide turbomoléculaires respectives et de rapprocher ces dernières de l'orifice de sortie de l'enceinte. On limite alors l'épaisseur de l'adaptateur, ce qui réduit la perte de charge de l'adaptateur. En outre, le rapprochement entre elles des pompes à vide turbomoléculaires améliore l'homogénéité du pompage au niveau de la bride annulaire d'entrée.

[0017] De plus, le raccordement délocalisé de la pompe à vide turbomoléculaire permet de ménager un jeu annulaire dans le bloc de l'adaptateur, coaxial au logement cylindrique de sortie, entre les logements cylindriques de sortie et la périphérie de l'orifice d'aspiration des pompes à vide turbomoléculaires. Ce jeu annulaire permet de laisser un espace libre au carter pour se déformer en cas de crash de la pompe à vide turbomoléculaire sans transmettre trop d'efforts à l'adaptateur, et donc à l'enceinte.

[0018] Un autre avantage est que, en déportant la bride annulaire coaxiale plus bas, on peut utiliser des vis de fixation pour le raccordement entre la bride annulaire coaxiale et l'adaptateur dont le dimensionnement est optimisé.

[0019] D'une part, on peut utiliser des vis de fixation de plus gros diamètre que le diamètre des vis à tête de l'état de la technique pour éviter leur cisaillement en cas de crash. D'autre part, les vis de fixations peuvent être implémentées sur un diamètre plus grand que celui de l'état de la technique, ce qui permet de diminuer l'effort subit par les vis de fixations lors d'un crash.

[0020] La géométrie de l'adaptateur optimise ainsi le positionnement des pompes à vide turbomoléculaires au plus près de l'enceinte, en diminuant ainsi au maximum les pertes de charge et les zones mortes. La vitesse de pompage résultante est ainsi inférieure seulement de 8% à la vitesse de pompage théorique. Le positionnement au plus près de l'enceinte permet également de réduire l'encombrement du dispositif de pompage.

[0021] En fonctionnement, une très bonne homogénéité des vitesses de pompage est ainsi obtenue au niveau de la section de passage de la bride annulaire d'entrée de l'adaptateur, permettant d'obtenir une bonne homogénéité de pompage dans l'enceinte, notamment au niveau du substrat dans le cas d'une enceinte de chambre de procédé.

[0022] De plus, une vitesse de pompage maximum peut être obtenue à l'orifice de sortie de l'enceinte, ce

qui permet d'exploiter au mieux l'ouverture disponible en sortie d'enceinte.

[0023] En outre, avec un seul adaptateur raccordant plusieurs pompes, on dispose d'une section unique à l'orifice de sortie de l'enceinte ralliant toutes les pompes à vide turbomoléculaires, permettant de connecter une seule vanne de régulation, ce qui facilite la régulation dans l'enceinte et réduit les coûts de production et de maintenance.

[0024] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple, sans caractère limitatif, en regard des dessins annexés sur lesquels:

- la figure 1 représente une vue en perspective de dessus d'un dispositif de pompage selon un premier mode de réalisation,
- la figure 2 représente une vue en perspective et de dessous du dispositif de pompage de la figure 1,
- la figure 3 est une vue en perspective et en coupe transversale du dispositif de pompage des figures 1 et 2,
- la figure 4 est une vue schématique en coupe transversale de l'adaptateur du dispositif de pompage des figures 1 à 3,
- la figure 5 représente un résultat de simulation du flux de gaz dans une géométrie représentant une vue en coupe partielle d'un autre exemple d'adaptateur et sur laquelle sont représentés les amplitudes et les vecteurs des vitesses de gaz pompés en m/s,
- la figure 6a est une vue schématique représentant un exemple de disposition de deux pompes à vide turbomoléculaires dans un raccord de sortie,
- la figure 6b est une vue schématique représentant un exemple de disposition de trois pompes à vide turbomoléculaires dans un raccord de sortie,
- la figure 6c est une vue schématique représentant un exemple de disposition de quatre pompes à vide turbomoléculaires dans un raccord de sortie,
- la figure 6d est une vue schématique représentant un exemple de disposition de cinq pompes à vide turbomoléculaires dans un raccord de sortie, et
- la figure 7 représente une vue en perspective d'un dispositif de pompage selon un deuxième mode de réalisation.

[0025] Sur ces figures, les éléments identiques portent les mêmes numéros de référence.

[0026] Les figures 1 à 4 illustrent un premier mode de réalisation d'un dispositif de pompage 1.

[0027] Le dispositif de pompage 1 comporte un adaptateur pour pompes à vide 2 et au moins deux pompes à vide turbomoléculaires 3, trois dans l'exemple illustré.

[0028] Les pompes à vide turbomoléculaire 3 sont identiques et comprennent respectivement de façon connue en soi, une partie fixe dans laquelle tourne à grande vitesse un rotor 5 en rotation axiale selon l'axe de rotation I (voir la vue en coupe de la figure 3).

[0029] Dans l'exemple illustratif, les pompes à vide turbomoléculaires 3 comportent respectivement un étage turbomoléculaire 13 et un étage moléculaire 14.

[0030] Au niveau de l'étage turbomoléculaire 13, la partie fixe comporte un carter 4 comportant un orifice d'aspiration 6 coaxial à l'axe de rotation I à une première extrémité, et par lequel pénètrent les gaz pompés 7.

[0031] Selon un exemple de réalisation, le rotor 5 est constitué d'un tronçon amont (dans le sens de l'écoulement des gaz) de rotor à pales de type turbo au niveau de l'étage turbomoléculaire 13 apte à tourner dans le carter 4 et d'un tronçon aval (dans le sens de l'écoulement des gaz) de rotor en forme de jupe de type HO-LWECK dans l'étage moléculaire 14.

[0032] Le rotor 5 est entraîné en rotation dans la partie fixe par un moteur interne 10, et est guidé latéralement par des paliers magnétiques ou mécaniques 11 et 12. Les gaz pompés 7 sont ensuite évacués par un orifice de refoulement 8 de la pompe à vide (flèche 9).

[0033] L'adaptateur 2 est destiné à raccorder et solidariser les trois pompes à vide turbomoléculaires 3 à la paroi d'une enceinte dans laquelle un vide contrôlé peut être créé, telle qu'une chambre de procédés de fabrication de semi-conducteurs (non représentée).

[0034] Pour cela, l'adaptateur 2 comporte une bride annulaire d'entrée 15 et un raccord de sortie 16 reliés par une portion 17 de l'adaptateur 2 par exemple tronconique. La portion tronconique 17 permet d'élargir le diamètre du raccord de sortie 16 par rapport au diamètre de la bride annulaire d'entrée 15 pour accueillir plusieurs pompes à vide turbomoléculaires 3 avec une forme limitant les zones mortes sur une distance relativement courte (la portion tronconique présente une épaisseur de l'ordre de 65 mm dans cet exemple avec un angle de l'ordre de 45°).

[0035] La bride annulaire d'entrée 15 est destinée à être raccordée à la paroi de l'enceinte, autour d'un orifice de sortie de l'enceinte. La bride annulaire d'entrée 15 est coaxiale à l'orifice de sortie de l'enceinte (axe A sur la figure 3) et présente une forme tubulaire dont le diamètre interne correspond au diamètre de l'orifice de sortie de l'enceinte (450 mm dans l'exemple). Le dispositif de pompage 1 comporte en outre un joint d'étanchéité d'entrée placé dans une gorge 18 ménagée dans la bride annulaire d'entrée 15, le joint d'étanchéité d'entrée étant destiné à être interposé entre la bride annulaire d'entrée 15 et la paroi de l'enceinte, autour de l'orifice de sortie de l'enceinte pour étanchéifier le raccordement de l'enceinte à l'adaptateur 2. Selon une variante de réalisation, le dispositif de pompage comporte un anneau porte-joint d'entrée autour duquel le joint annulaire d'entrée 15 est reçu. L'anneau porte-joint d'entrée est apte à coopérer avec le bord interne de la bride annulaire d'entrée et le bord de l'orifice de sortie entre lesquels il est interposé, pour maintenir et centrer le joint annulaire d'entrée 15.

[0036] Conformément aux normes en vigueur, des trous taraudés sont prévus dans la paroi de l'enceinte, répartis autour de l'orifice de sortie, tandis que des trous

traversants 19 sont prévus sur la bride annulaire d'entrée 15 de l'adaptateur 2, et des vis de fixation 20, telles que des vis à têtes, sont adaptées de façon que leurs tiges traversent les trous traversants 19 et se vissent dans les trous taraudés associés pour solidariser l'adaptateur 2 à l'enceinte en plaquant la bride annulaire d'entrée 15 contre la paroi de l'enceinte.

[0037] Le raccord de sortie 16 comporte au moins deux logements cylindriques de sortie 21 (figure 4), trois dans cet exemple : un pour chaque pompe à vide turbomoléculaire 3.

[0038] Les logements cylindriques 21 sont traversants, formant ainsi plusieurs sorties en dérivation dans le raccord de sortie 16 pour les gaz pompés. Ces logements cylindriques de sortie 21 forment un corps de pompe au moins partiel pour le carter 4 de la pompe à vide turbomoléculaire 3 respective. Ils sont coaxiaux à l'axe de rotation I des pompes à vide turbomoléculaires 3.

[0039] Les logements cylindriques 21 sont par exemple des alésages ménagés dans un adaptateur 2 monobloc par exemple en matériau aluminium.

[0040] Comme on peut le voir sur le mode de réalisation de la figure 3, les logements cylindriques traversants 21 présentent une épaisseur correspondant à la longueur totale du carter 4 de l'étage turbomoléculaire 13 (de l'ordre de 138 mm dans cet exemple), pour loger l'étage turbomoléculaire 13 des pompes à vide turbomoléculaires 3.

[0041] Les logements cylindriques 21 présentent un volume sensiblement identique pour recevoir trois mêmes pompes à vide turbomoléculaires. Etant donné que les logements cylindriques traversants de sortie 21 sont agencés en dérivation dans le raccord de sortie 16, les capacités de pompage individuelles des trois pompes à vide turbomoléculaires 3 s'associent pour obtenir une capacité de pompage résultante supérieure.

[0042] En outre, les logements cylindriques 21 sont disposés sensiblement symétriquement dans le raccord de sortie 16.

[0043] Le diamètre interne de la base de la portion tronconique 17 est sensiblement égal au diamètre du cercle dans lequel s'inscrivent les projections des diamètres des orifices d'aspiration 6 des pompes à vide turbomoléculaires 3.

[0044] Bien que les figures 1 à 4 illustrent un dispositif de pompage 1 comportant trois pompes à vide 3, d'autres réalisations sont possibles, intégrant deux, trois, quatre ou cinq pompes à vide turbomoléculaires 3.

[0045] On a illustré de manière schématique sur les figures 6a, 6b, 6c et 6d des exemples de disposition symétriques des logements de sortie 21, pour lesquelles le raccord de sortie 16 présente une forme générale cylindrique, coaxiale à la bride annulaire d'entrée 15 et pour lesquels les axes des logements cylindriques de sortie 21 sont parallèles, les orifices d'aspiration 6 des pompes à vide turbomoléculaires 3 étant sensiblement dans le même plan, parallèle au plan contenant l'orifice d'entrée de l'enceinte. Dans ces exemples, le diamètre interne de

la base de la portion tronconique 17 est sensiblement égal au diamètre du cercle C dans lequel s'inscrivent les diamètres des orifices d'aspiration 6 des pompes à vide turbomoléculaires 3.

[0046] Pour réduire l'encombrement et comme représenté dans le premier exemple de réalisation des figures 1 à 4, les axes des logements cylindriques de sortie 19 sont inclinés par rapport à l'axe de la bride annulaire d'entrée 15.

[0047] Dans le cas où l'adaptateur 2 comporte trois ou plus, de logements cylindriques de sortie 21, on peut prévoir que le raccord de sortie 16 comporte un dôme central 22, saillant entre lesdits logements cylindriques 21. En effet, les inventeurs ont constaté qu'en disposant un dôme central 22 dans le raccord de sortie 16, on supprime une zone morte centrale dans laquelle les vitesses de pompage étaient ralenties et pouvaient entraîner soit la formation d'un dépôt local, soit des réactions entre différents gaz qui ne seraient pas correctement évacués.

[0048] Le dôme central 22 présente par exemple une forme générale en cloche dont le diamètre de base est tangent aux diamètres des orifices d'aspiration 6 des pompes à vide turbomoléculaires 3. En agencant un dôme central 22, on supprime la zone morte centrale en guidant les gaz vers l'une ou l'autre des pompes à vide turbomoléculaires 3.

[0049] Selon une variante de réalisation représenté en figure 7, à la place du dôme central, l'adaptateur 2' comporte un passage tubulaire central 23, coaxial à la bride annulaire d'entrée 15, et traversant l'adaptateur 2' de part en part : au centre du raccord de sortie 16' et entre lesdits logements cylindriques 21.

[0050] Le passage tubulaire central 22 permet, tout comme le dôme central 21, de supprimer une zone morte centrale dans laquelle les vitesses de pompage étaient ralenties. Le diamètre du passage tubulaire central 22 est tangent aux diamètres des orifices d'aspiration 6 des pompes à vide turbomoléculaires 3. En plus de supprimer une zone morte, une fois étanchéifié de part et d'autre, ce passage tubulaire central 22 est particulièrement utile dans le cas d'une enceinte de chambre de procédés pour permettre le passage des servitudes (moyens de chauffage/refroidissement, électrodes, azote...) qui sont utilisées pour le fonctionnement du porte-substrat situé dans l'enceinte, par exemple sensiblement à l'aplomb de l'orifice de sortie de l'enceinte.

[0051] Par ailleurs, chaque logement cylindrique de sortie 21 présente une butée interne annulaire 24, dans le fond du logement 21, contre laquelle la première extrémité du carter 4 de la pompe à vide turbomoléculaire 3 (côté aspiration) vient en butée.

[0052] Les pompes à vide turbomoléculaires 3 comportent en outre un corps de pompe 25 respectif logeant l'étage moléculaire 14.

[0053] Les corps de pompe 25 comportent une bride annulaire coaxiale 27 à l'axe de rotation I du rotor 5, dans laquelle une première et une deuxième séries coaxiales de trous traversants sont ménagées. La deuxième série

de trous traversant est interne à la première série. La bride annulaire coaxiale 27 est disposée sensiblement à hauteur de l'interface entre l'étage turbomoléculaire 13 et l'étage moléculaire 14, pour se raccorder au logement cylindrique de sortie 21 de l'adaptateur 2.

[0054] A la différence des pompes à vide de l'état de la technique où la bride de raccordement est agencée au niveau de l'orifice d'aspiration, la bride annulaire coaxiale 27 est agencée plus bas sur la pompe à vide turbomoléculaire 3, après l'étage moléculaire, au niveau du corps de pompe 25, l'étage turbomoléculaire 13 étant logé dans l'adaptateur 2.

[0055] Le raccord de sortie 16 comporte une première série de trous taraudés (trois premières séries dans l'exemple), agencées respectivement autour des ouvertures extérieures 28 des logements cylindriques de sortie 21.

[0056] L'adaptateur 2 comporte également des premières et deuxième vis de fixation 29a, 29b complémentaires, telles que des vis à tête.

[0057] Les premières vis de fixation 29a sont adaptées de façon que leurs tiges traversent la première série de trous traversants de la bride annulaire coaxiale 27 des pompes à vide turbomoléculaires 3 et se vissent dans la première série de trous taraudés associés du raccord de sortie 16 pour solidariser le corps de pompe 25 des pompes à vide turbomoléculaires 3 à l'adaptateur 2 en plaquant les brides annulaires coaxiales 27 contre la paroi du raccord de sortie 16.

[0058] Les deuxième vis de fixation 29b sont adaptées de façon que leurs tiges traversent la deuxième série de trous traversants de la bride annulaire coaxiale 27 des pompes à vide turbomoléculaires 3 et se vissent dans la deuxième série de trous taraudés associés ménagés dans la deuxième extrémité du carter 4 au niveau de l'ouverture extérieure 28 respective des logements cylindriques 21 pour solidariser le corps de pompe 25 au carter 4.

[0059] On prévoit en outre que les premières vis de fixation 29a soient dimensionnées pour supporter un crash de la pompe à vide turbomoléculaire 3.

[0060] Pour cela, les premières vis de fixation 29a présentent un plus gros diamètre que le diamètre des vis à tête de l'état de la technique, pour éviter leur cisaillement en cas de crash.

[0061] En outre, les premières vis de fixations 29a sont implémentées sur un diamètre plus grand que celui de l'état de la technique, tels que 335 mm au lieu de 310 mm, c'est-à-dire que le diamètre de la bride annulaire coaxiale 27 présente un diamètre plus grand que celui de la bride de raccordement normée de l'état de la technique, ce qui permet de diminuer l'effort subit par ces vis de fixations 29a lors d'un crash.

[0062] Les premières vis de fixation 29a sont ainsi dimensionnées de manière que le raccordement entre la bride annulaire coaxiale 27 et l'adaptateur 2 soit plus résistant que le raccordement réalisé par les deuxième vis de fixation 29b entre ladite bride annulaire coaxiale

27 et le carter 4.

[0063] Le dispositif de pompage 1 comporte en outre au moins deux premiers joints d'étanchéité de sortie 30 (trois dans l'illustration) et au moins deux deuxième joints d'étanchéité de sortie 31 (trois dans l'illustration).

[0064] Chaque premier joint d'étanchéité de sortie 30 est interposé entre la butée interne annulaire 24 des logements cylindriques de sortie 21 et la première extrémité du carter 4 des pompes à vide turbomoléculaire 3 dans une gorge ménagée dans le carter 4 (ou le logement cylindrique de sortie 21), pour étanchéifier le raccordement des pompes à vide turbomoléculaires 3 à l'adaptateur 2 autour de l'orifice d'aspiration 6 des pompes 3. Selon une variante de réalisation, le dispositif de pompage comporte un anneau porte-joint de sortie autour duquel le joint annulaire de sortie 30 est reçu. L'anneau porte-joint de sortie est apte à coopérer avec la première extrémité du carter 4 et le bord interne du logement cylindrique de sortie 21 entre lesquels il est interposé pour maintenir et centrer le joint annulaire de sortie 30.

[0065] Les deuxième joints d'étanchéité de sortie 31 sont interposés entre la bride annulaire coaxiale 27 du corps de pompe 25 et la deuxième extrémité du carter 4 au niveau de l'ouverture extérieure 28 respective des logements cylindriques de sortie 21.

[0066] Un jeu annulaire 32, coaxial au logement cylindrique de sortie 21, est ménagé entre la butée interne annulaire 24 des logements cylindriques 21 et la périphérie de la première extrémité du carter 4 des pompes à vide turbomoléculaires 3. Le jeu annulaire 32 présente par exemple une épaisseur radiale comprise entre 3 et 10 mm sur une longueur axiale comprise entre 25 et 40 mm.

[0067] Les premiers joints d'étanchéité de sortie 30 interposés entre les logements cylindriques 21 et les premières extrémités des carters 4 permettent d'éviter l'entrée des gaz pompés dans le jeu annulaire 32 et donc la formation de dépôts dans cet espace.

[0068] En cas de déséquilibre accidentelle du rotor 5 lancé à pleine vitesse, celui-ci peut venir frapper violemment le logement cylindrique de sortie 21 en lui imprimant une force de déplacement transversale ou radiale, et peut frotter fortement sur la paroi du logement cylindrique 21 en lui imprimant un couple de rotation coaxial. Du fait de la grande énergie accumulée dans le rotor 5 en rotation rapide, les contraintes mécaniques appliquées par le rotor 5 sur le carter 4 sont très élevées. Le jeu annulaire 32 permet de laisser un espace libre au carter 4 qui peut alors également entrer en rotation par cisaillement des deuxième vis de fixation 29b moins résistantes que les premières vis de fixations 29a, et se déformer dans le logement cylindrique de sortie 21. Les deuxième joints d'étanchéité de sortie 31 interposés entre les brides annulaires coaxiales 27 des corps de pompe 25 et la deuxième extrémité du carter 4, permettent de contenir les éventuels débris résultants de ce crash dans les pompes à vide 3. Ainsi, en cas de crash de la pompe à vide turbomoléculaire 3, la transmission des efforts à l'enceinte

est limitée.

[0069] Une fois montées dans les logements cylindriques de sortie 21, les pompes à vide turbomoléculaires 3 sont solidaires de l'adaptateur 2, en partie encastrées, et raccordées de manière étanche à l'enceinte. Le positionnement plus bas de la bride annulaire coaxiale 27 permet de rapprocher entre eux les différents orifices d'aspiration 6 des pompes à vide turbomoléculaires 3 respectives et de rapprocher ces dernières de l'orifice de sortie de l'enceinte. La limitation de l'épaisseur de l'adaptateur 2 permet de réduire la perte de charge due à l'adaptateur 2. Le rapprochement des orifices d'aspiration 6 des pompes à vide turbomoléculaires 3 améliore l'homogénéité du pompage au niveau de la bride annulaire d'entrée.

[0070] La figure 5 représente une simulation du flux de gaz dans une géométrie représentant un adaptateur comme celui des figures précédentes mais sans dôme central.

[0071] Au cours du pompage, comme on peut le voir sur la simulation de la figure 5, bien que les vitesses de pompage soient sensiblement inhomogènes au niveau des orifices d'aspiration 6 des pompes à vide turbomoléculaire 3 : les vitesses fluctuent du simple au double, une très bonne homogénéité des vitesses de pompage est obtenue au niveau de la section de passage de la bride annulaire d'entrée 15 de l'adaptateur 2''' (de l'ordre de 25 m/s partout). L'adaptateur modélisé ne présentant de dôme central, on visualise une zone morte (où la vitesse des gaz est nulle) entre les orifices d'aspiration 6.

[0072] Une bonne homogénéité de pompage peut donc être obtenue dans l'enceinte, notamment au niveau du substrat dans le cas d'une enceinte de chambre de procédé. De plus, grâce à la géométrie de l'adaptateur 2, une vitesse de pompage homogène maximum peut être obtenue à l'orifice de sortie, ce qui permet d'exploiter au maximum l'ouverture disponible en sortie d'enceinte.

[0073] La géométrie optimisée de l'adaptateur 2 positionne ainsi les pompes à vide turbomoléculaires 3 au plus près de l'enceinte, avec une conductance optimisée, diminuant ainsi au maximum les pertes de charge et les zones mortes. La vitesse de pompage résultante est ainsi inférieure seulement de 8% à la vitesse de pompage théorique. Le positionnement au plus près de l'enceinte permet également que l'encombrement du dispositif de pompage 1 soit réduit.

[0074] En outre, avec un seul adaptateur 2 raccordant plusieurs pompes 3, on dispose d'une section unique à l'orifice de sortie de l'enceinte ralliant toutes les pompes à vide turbomoléculaires 3, permettant de connecter une seule vanne de régulation, ce qui facilite la régulation dans l'enceinte et réduit les coûts de production et de maintenance.

Revendications

1. Adaptateur pour pompes à vide comportant une bri-

de annulaire d'entrée (15) destinée à être raccordée à un orifice de sortie d'une enceinte et un raccord de sortie (16) comportant au moins deux logements cylindriques de sortie (21) traversants et formant un corps de pompe au moins partiel pour le carter (4) d'une pompe à vide turbomoléculaire (3) respective, lesdites pompes à vide turbomoléculaires (3) étant destinées à être reçues dans un logement cylindrique de sortie (21) respectif, **caractérisé en ce que** les axes (I) des logements cylindriques de sortie (21) sont inclinés par rapport à l'axe (A) de la bride annulaire d'entrée (15).

2. Adaptateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le raccord de sortie (16) comporte une première série de trous taraudés, agencée autour de chaque ouverture extérieure (28) desdits logements cylindriques de sortie (21), et **en ce que** l'adaptateur (2 ; 2') comporte des premières vis de fixation complémentaires (29a), ladite première série de trous taraudés et lesdites premières vis de fixation complémentaires (29a) étant destinées à solidariser un corps de pompe (25) d'une pompe à vide turbomoléculaire (3) à l'adaptateur (2 ; 2').

3. Adaptateur selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les logements cylindriques de sortie (21) présentent un volume sensiblement identique et sont disposés sensiblement symétriquement dans le raccord de sortie (16).

4. Adaptateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la portion (17) de l'adaptateur (2) reliant la bride annulaire d'entrée (15) et le raccord de sortie (16) est tronconique.

5. Adaptateur selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le diamètre interne de la base de la portion tronconique (17) est sensiblement égal au diamètre du cercle dans lequel s'inscrivent les projections des diamètres des orifices d'aspiration (6) des pompes à vide turbomoléculaires (3).

6. Adaptateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le raccord de sortie (16) présente un dôme central (22), saillant entre lesdits logements cylindriques (21).

7. Adaptateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un passage tubulaire central (22), coaxial à la bride annulaire d'entrée (15), traversant le centre du raccord de sortie (16), entre lesdits logements cylindriques (21).

8. Dispositif de pompage **caractérisé en ce qu'il** comporte un adaptateur pour pompes à vide (2 ; 2') selon l'une des revendications précédentes et au moins deux pompes à vide turbomoléculaires (3) logées au

moins partiellement dans un logement cylindrique de sortie (21) respectif.

9. Dispositif de pompage selon la revendication précédente, comportant un adaptateur pour pompes à vide (2 ; 2') selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les pompes à vide turbomoléculaires (3) comportent un corps de pompe (25) respectif comportant une bride annulaire coaxiale (27) respective dans laquelle une première et une deuxième séries coaxiales de trous traversants sont ménagées, ladite première série de trous traversants coopérant avec ladite première série de trous taraudés et les premières vis de fixations (29a) respectives du raccord de sortie (16) pour fixer le corps de pompe (25) de la pompe à vide turbomoléculaire (3) au raccord de sortie (16) et ladite deuxième série de trous traversants coopérant avec une deuxième série de trous taraudés ménagés dans le carter (4) et des deuxièmes vis de fixation (29b) respectives du raccord de sortie (16) pour fixer le carter (4) de la pompe à vide turbomoléculaire (3) au raccord de sortie (16).
10. Dispositif de pompage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le raccordement réalisé par les premières vis de fixation (29a) entre la bride annulaire coaxiale (27) et l'adaptateur (2 ; 2') est plus résistant que le raccordement réalisé par les deuxièmes vis de fixation (29b) entre ladite bride annulaire coaxiale (27) et le carter (4).
11. Dispositif de pompage selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce qu'un** jeu annulaire (32) respectif est ménagé dans le fond des logements cylindriques de sortie (21), entre lesdits logements cylindriques (21) et la périphérie de la première extrémité du carter (4) des pompes à vide turbomoléculaires (3).
12. Dispositif de pompage selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que** les pompes à vide turbomoléculaires (3) comportent respectivement un étage turbomoléculaire (13) et un étage moléculaire (14) et **en ce que** les logements cylindriques de sortie (21) sont configurés pour loger au moins l'étage turbomoléculaire (13) des pompes à vide turbomoléculaires (3).
13. Dispositif de pompage selon l'une des revendications 8 à 12, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins deux premiers joints d'étanchéité de sortie (30) destinés à être interposés entre le fond respectif d'un logement cylindrique de sortie (21) et une première extrémité du carter (4) de la pompe à vide turbomoléculaire (3) respective.
14. Dispositif de pompage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins

deux deuxièmes joints d'étanchéité de sortie (31) destinés à être interposés entre la bride annulaire coaxiale (27) du corps de pompe (25) et une deuxième extrémité du carter (4) de la pompe à vide turbomoléculaire (3) respective.

Patentansprüche

1. Adapter für Vakuumpumpen, umfassend einen ringförmigen Einlassflansch (15), der dazu bestimmt ist, mit einer Auslassöffnung einer Kammer gekoppelt zu werden, und eine Auslasskupplung (16), die mindestens zwei zylindrische Auslass-Durchgangsgewehäuse (21) umfasst und zumindest einen Teil eines Pumpengehäuses für das Gehäuse (4) einer jeweiligen Turbomolekularvakuumpumpe (3) bildet, wobei die Turbomolekularvakuumpumpen (3) dazu bestimmt sind, in einem jeweiligen zylindrischen Auslassgehäuse (21) aufgenommen zu werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achsen (I) der zylindrischen Auslassgehäuse (21) gegenüber der Achse (A) des ringförmigen Einlassflansches (15) geneigt sind.
2. Adapter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslasskupplung (16) eine erste Reihe von Gewindebohrungen umfasst, die um jede äußere Öffnung (28) der zylindrischen Auslassgehäuse (21) herum angeordnet sind, und dass der Adapter (2; 2') erste zusätzliche Befestigungsschrauben (29a) umfasst, wobei die erste Reihe von Gewindebohrungen und die ersten zusätzlichen Befestigungsschrauben (29a) dazu bestimmt sind, ein Pumpengehäuse (25) einer Turbomolekularvakuumpumpe (3) an dem Adapter (2; 2') zu befestigen.
3. Adapter nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zylindrischen Auslassgehäuse (21) ein im Wesentlichen identisches Volumen aufweisen und im Wesentlichen symmetrisch in der Auslasskupplung (16) angeordnet sind.
4. Adapter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abschnitt (17) des Adapters (2), der den ringförmigen Einlassflansch (15) und die Auslasskupplung (16) verbindet, kegelstumpfförmig ist.
5. Adapter nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innendurchmesser des Bodens des Kegelstumpfabschnitts (17) im Wesentlichen gleich dem Durchmesser des Kreises ist, in den sich die Projektionen der Durchmesser der Einlassöffnungen (6) der Turbomolekularvakuumpumpen (3) einschreiben.

6. Adapter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslasskupplung (16) einen zentralen Dom (22) aufweist, der zwischen den zylindrischen Gehäusen (21) vorsteht.
7. Adapter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen zentralen rohrförmigen Durchgang (22) umfasst, der koaxial zu dem ringförmigen Einlassflansch (15) ist und durch die Mitte der Auslasskupplung (16) zwischen den zylindrischen Gehäusen (21) verläuft.
8. Pumpvorrichtung, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Adapter für Vakuumpumpen (2; 2') wie in einem der vorhergehenden Ansprüche beschrieben und mindestens zwei Turbomolekularvakuum-pumpen (3), die zumindest teilweise in einem jeweiligen zylindrischen Auslassgehäuse (21) aufgenommen sind, umfasst.
9. Pumpvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, umfassend einen Adapter für Vakuumpumpen (2; 2') nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbomolekularvakuum-pumpen (3) jeweils ein Pumpengehäuse (25) mit einem jeweiligen koaxialen Ringflansch (27) umfassen, in dem eine erste und eine zweite koaxiale Reihe von Durchgangsbohrungen angeordnet sind, wobei die erste Reihe von Durchgangsbohrungen mit der ersten Reihe von Gewindebohrungen und den ersten jeweiligen Befestigungsschrauben (29a) der Auslasskupplung (16) zusammenwirkt, um das Pumpengehäuse (25) der Turbomolekularvakuum-pumpe (3) an der Auslasskupplung (16) zu befestigen, und wobei die zweite Reihe von Durchgangsbohrungen mit einer zweiten Reihe von Gewindebohrungen die in dem Gehäuse (4) angeordnet sind, und mit zweiten jeweiligen Befestigungsschrauben (29b) der Auslasskupplung (16) zusammenwirkt, um das Gehäuse (4) der Turbomolekularvakuum-pumpe (3) an der Auslasskupplung (16) zu befestigen.
10. Pumpvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von den ersten Befestigungsschrauben (29a) zwischen dem koaxialen Ringflansch (27) und dem Adapter (2; 2') erzeugte Verbindung stärker ist als die von den zweiten Befestigungsschrauben (29b) zwischen dem koaxialen Ringflansch (27) und dem Gehäuse (4) erzeugte Verbindung.
11. Pumpvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Boden der zylindrischen Auslassgehäuse (21) zwischen den zylindrischen Gehäusen (21) und dem Umfang des ersten Endes des Gehäuses (4) der Turbomolekularvakuum-pumpen (3) jeweils ein Ringspalt (32) an-

geordnet ist.

12. Pumpvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbomolekularvakuum-pumpen (3) jeweils eine Turbomolekularstufe (13) und eine Molekularstufe (14) umfassen, und dass die zylindrischen Auslassgehäuse (21) so ausgelegt sind, dass sie zumindest die Turbomolekularstufe (13) der Turbomolekularvakuum-pumpen (3) aufnehmen.
13. Pumpvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens zwei erste Auslassdichtungen (30) umfasst, die dazu bestimmt sind, zwischen dem jeweiligen Boden eines zylindrischen Auslassgehäuses (21) und einem ersten Ende des Gehäuses (4) der jeweiligen Turbomolekularvakuum-pumpe (3) angeordnet zu sein.
14. Pumpvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens zwei zweite Auslassdichtungen (31) umfasst, die dazu bestimmt sind, zwischen dem koaxialen Ringflansch (27) des Pumpengehäuses (25) und einem zweiten Ende des Gehäuses (4) der jeweiligen Turbomolekularvakuum-pumpe (3) angeordnet zu sein.

30 Claims

1. Adapter for vacuum pumps comprising an annular inlet flange (15) intended to be coupled to an outlet orifice of a chamber and an outlet coupling (16) comprising at least two cylindrical outlet through-housings (21) and forming an at least partial pump casing for the case (4) of a respective turbomolecular vacuum pump (3), said turbomolecular vacuum pumps (3) being intended to be accommodated in a respective cylindrical outlet housing (21), **characterized in that** the axes (I) of the cylindrical outlet housings (21) are inclined in relation to the axis (A) of the annular inlet flange (15) .
2. Adapter according to Claim 1, **characterized in that** the outlet coupling (16) comprises a first series of threaded holes, arranged around each external opening (28) of said cylindrical outlet housings (21), and **in that** the adapter (2; 2') comprises first additional fixing screws (29a), said first series of threaded holes and said first additional fixing screws (29a) being intended to secure a pump casing (25) of a turbomolecular vacuum pump (3) to the adapter (2; 2').
3. Adapter according to one of Claims 1 or 2, **characterized in that** the cylindrical outlet housings (21) possess a substantially identical volume and are arranged substantially symmetrically in the outlet cou-

- pling (16).
4. Adapter according to one of the preceding claims, **characterized in that** the portion (17) of the adapter (2) joining the annular inlet flange (15) and the outlet coupling (16) is of truncated conical shape. 5
 5. Adapter according to the preceding claim, **characterized in that** the internal diameter of the base of the truncated conical portion (17) is substantially equal to the diameter of the circle, inscribed within which are the projections of the diameters of the inlet orifices (6) of the turbomolecular vacuum pumps (3). 10
 6. Adapter according to one of the preceding claims, **characterized in that** the outlet coupling (16) possesses a central dome (22) projecting between said cylindrical housings (21). 15
 7. Adapter according to one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises a central tubular passageway (22), coaxial with the annular inlet flange (15), passing through the center of the outlet coupling (16), between said cylindrical housings (21). 20 25
 8. Pumping device, **characterized in that** it comprises an adapter for vacuum pumps (2; 2') as described in one of the preceding claims and at least two turbomolecular vacuum pumps (3) housed at least partially in a respective cylindrical outlet housing (21). 30
 9. Pumping device according to the preceding claim, comprising an adapter for vacuum pumps (2; 2') according to Claim 2, **characterized in that** the turbomolecular vacuum pumps (3) comprise a respective pump casing (25) comprising a respective coaxial annular flange (27), inside which a first and a second coaxial series of through-holes are arranged, said first series of through-holes cooperating with said first series of threaded holes and the first respective fixing screws (29a) of the outlet coupling (16) in order to secure the pump casing (25) of the turbomolecular vacuum pump (3) to the outlet coupling (16) and said second series of through-holes cooperating with a second series of threaded holes arranged in the case (4) and with second respective fixing screws (29b) of the outlet coupling (16) in order to secure the case (4) of the turbomolecular vacuum pump (3) to the outlet coupling (16). 35 40 45 50
 10. Pumping device according to the preceding claim, **characterized in that** the coupling produced by the first fixing screws (29a) between the coaxial annular flange (27) and the adapter (2; 2') is stronger than the coupling produced by the second fixing screws (29b) between said coaxial annular flange (27) and the case (4). 55
 11. Pumping device according to one of Claims 8 to 10, **characterized in that** a respective annular gap (32) is arranged in the base of the cylindrical housings (21), between said cylindrical housings (21) and the periphery of the first extremity of the case (4) of the turbomolecular vacuum pumps (3).
 12. Pumping device according to one of Claims 8 to 11, **characterized in that** the turbomolecular vacuum pumps (3) comprise respectively a turbomolecular stage (13) and a molecular stage (14), and **in that** the cylindrical outlet housings (21) are configured so as to house at least the turbomolecular stage (13) of the turbomolecular vacuum pumps (3).
 13. Pumping device according to one of Claims 8 to 12, **characterized in that** it comprises at least two first outlet seals (30) intended to be interposed between the respective base of a cylindrical outlet housing (21) and a first extremity of the case (4) of the respective turbomolecular vacuum pump (3).
 14. Pumping device according to the preceding claim, **characterized in that** it comprises at least two second outlet seals (31) intended to be interposed between the coaxial annular flange (27) of the pump casing (25) and a second extremity of the case (4) of the respective turbomolecular vacuum pump (3).

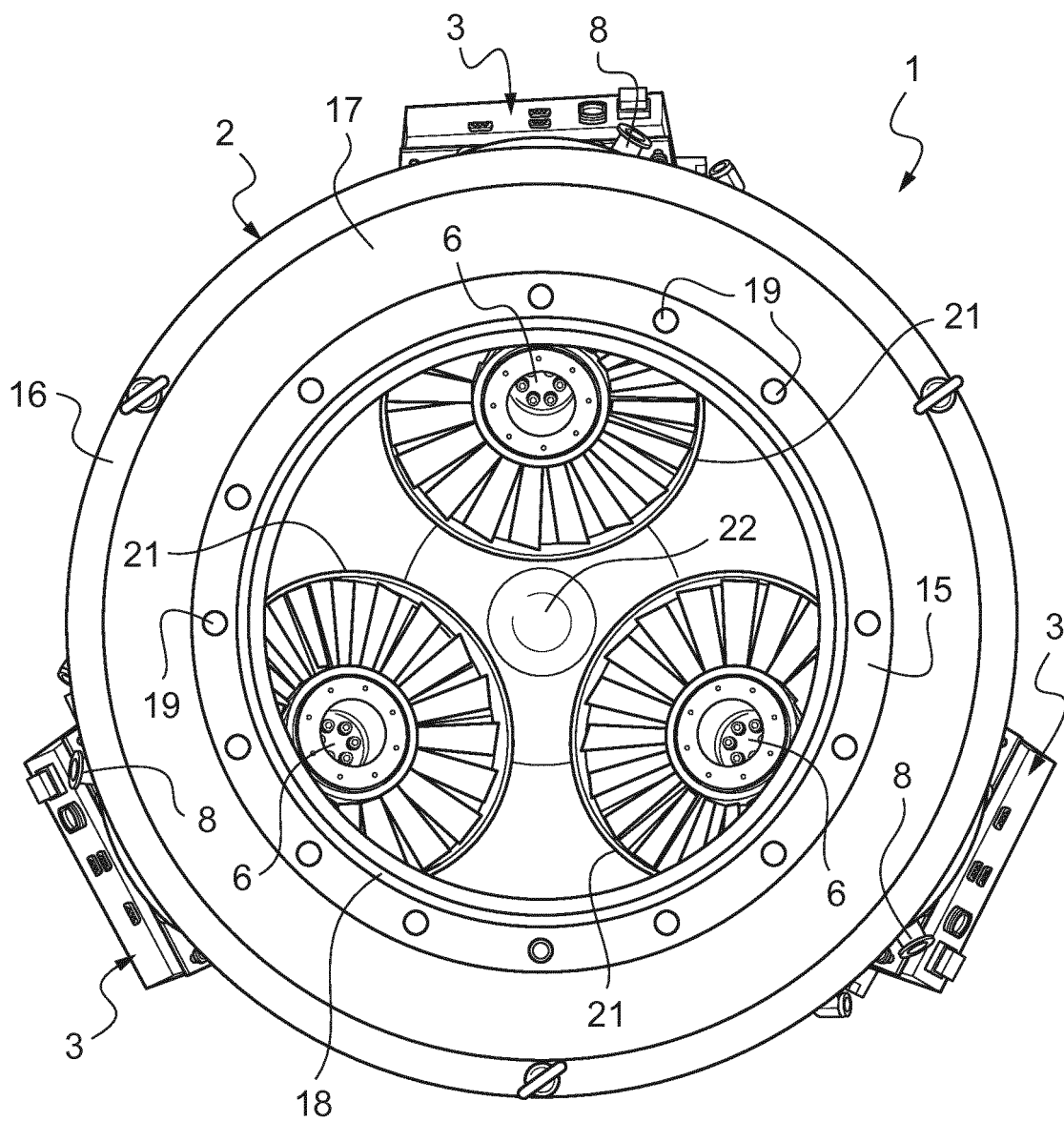
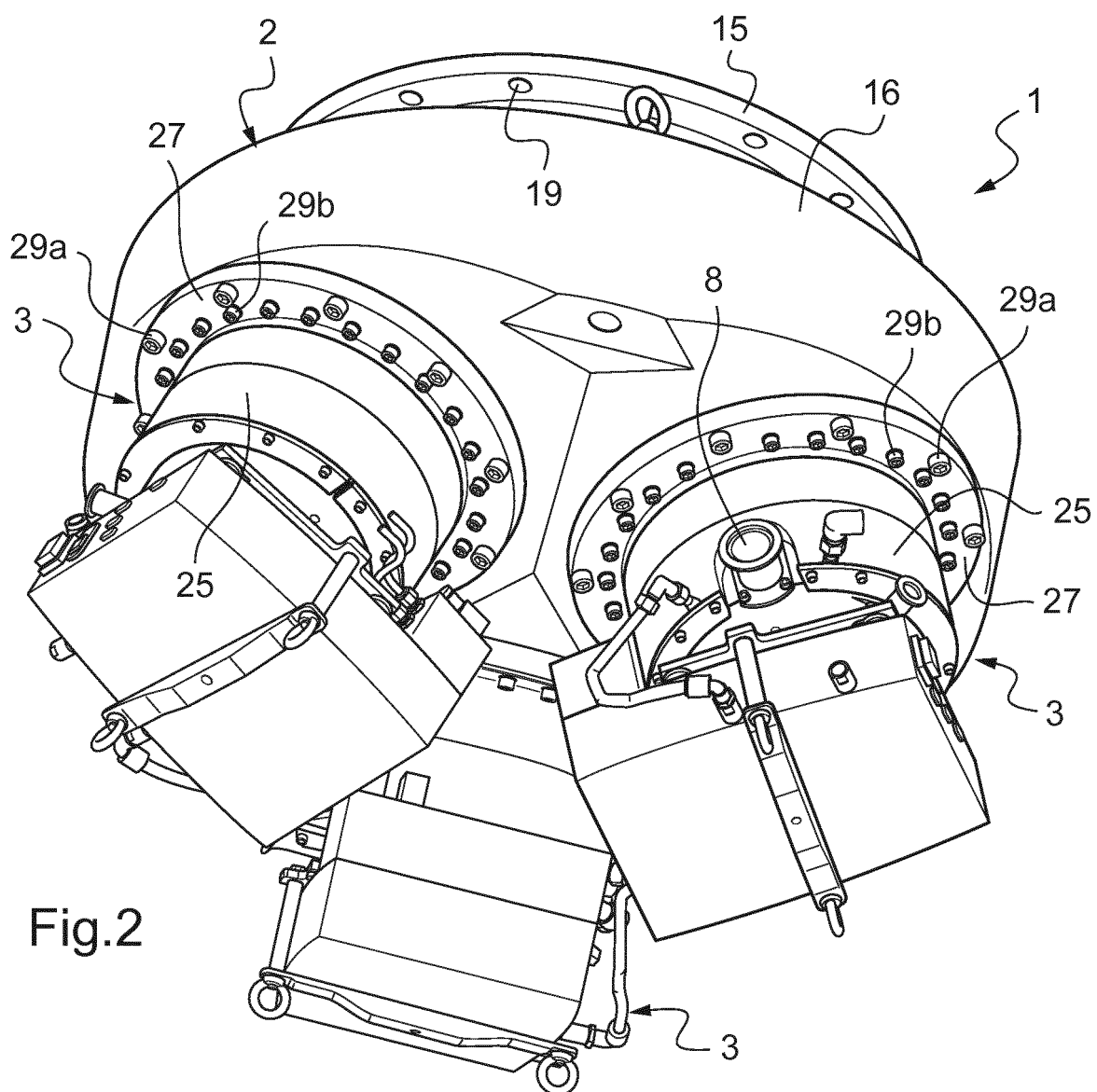
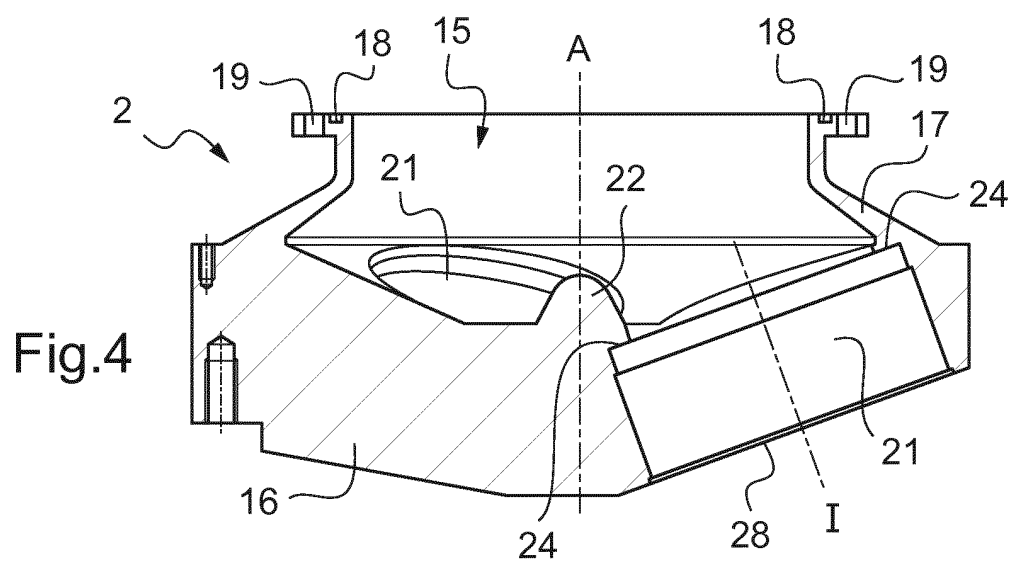
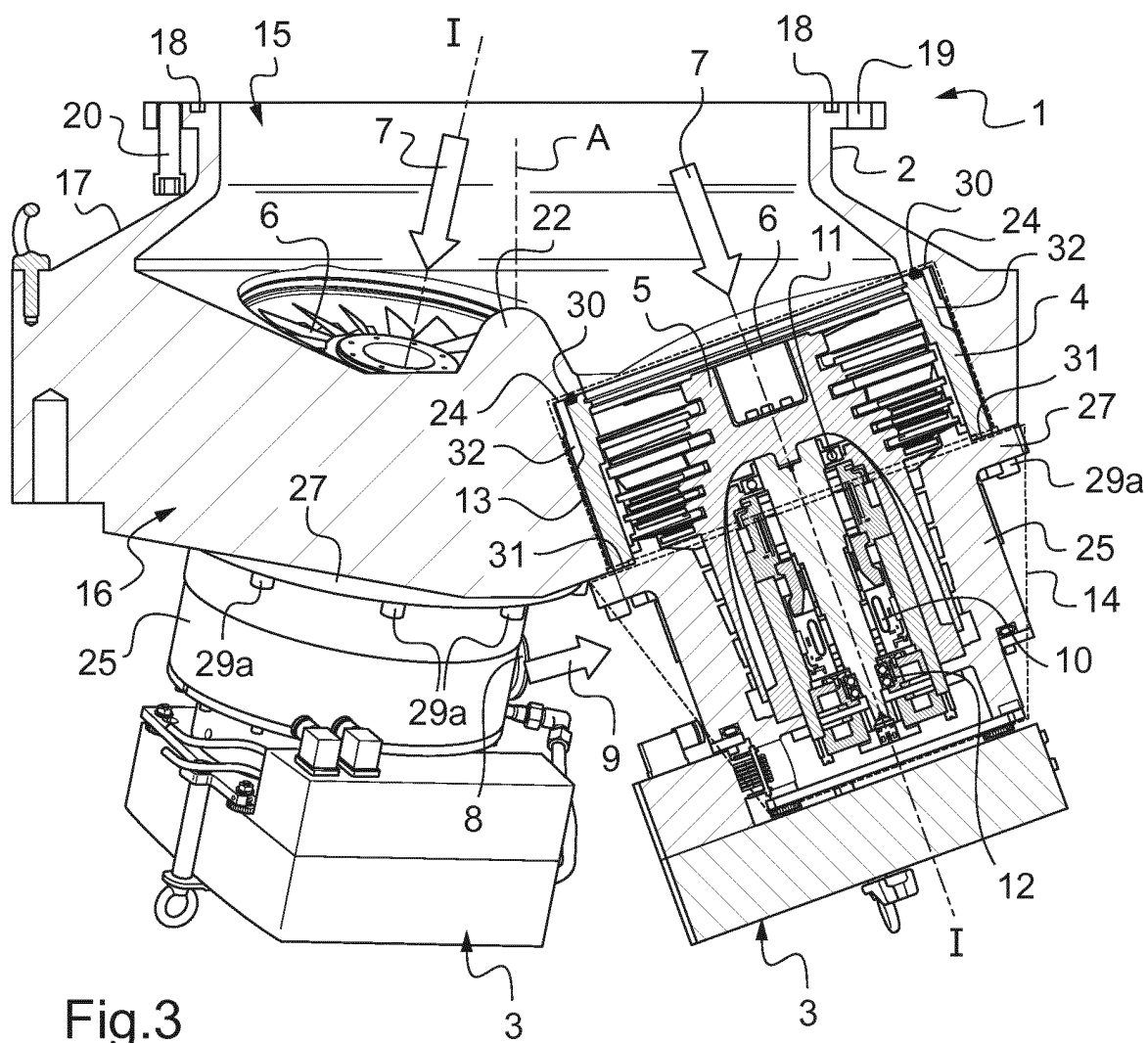


Fig.1





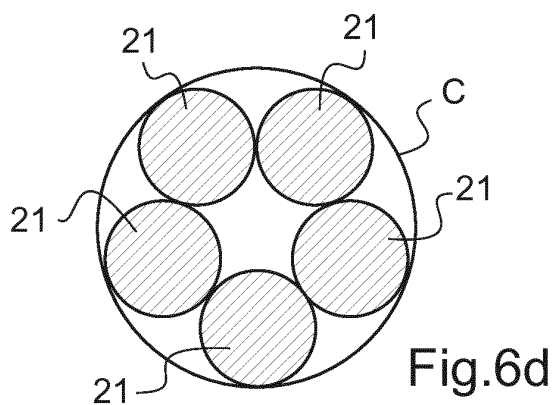
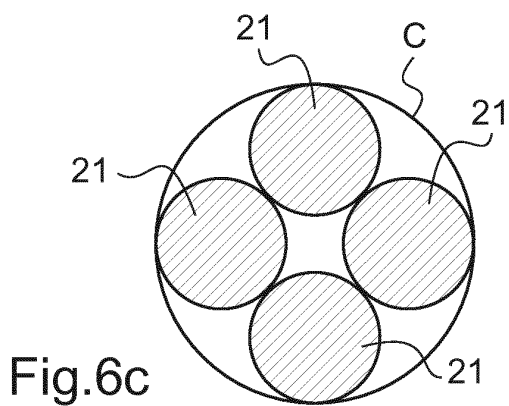
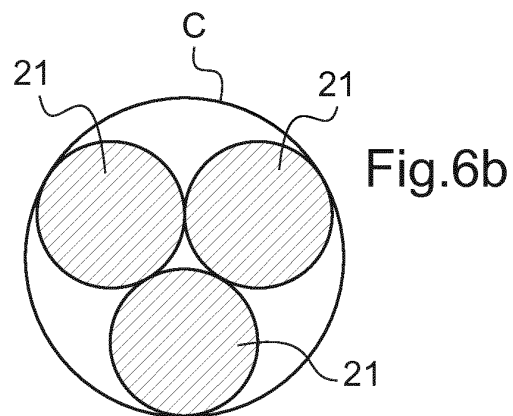
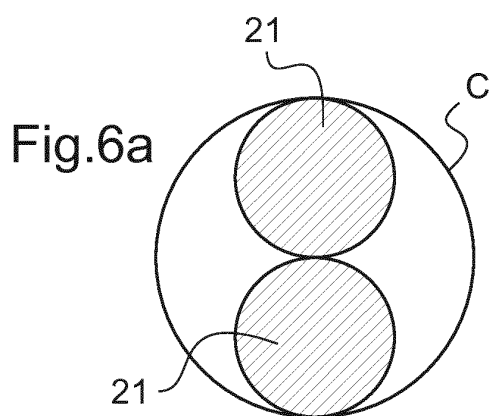
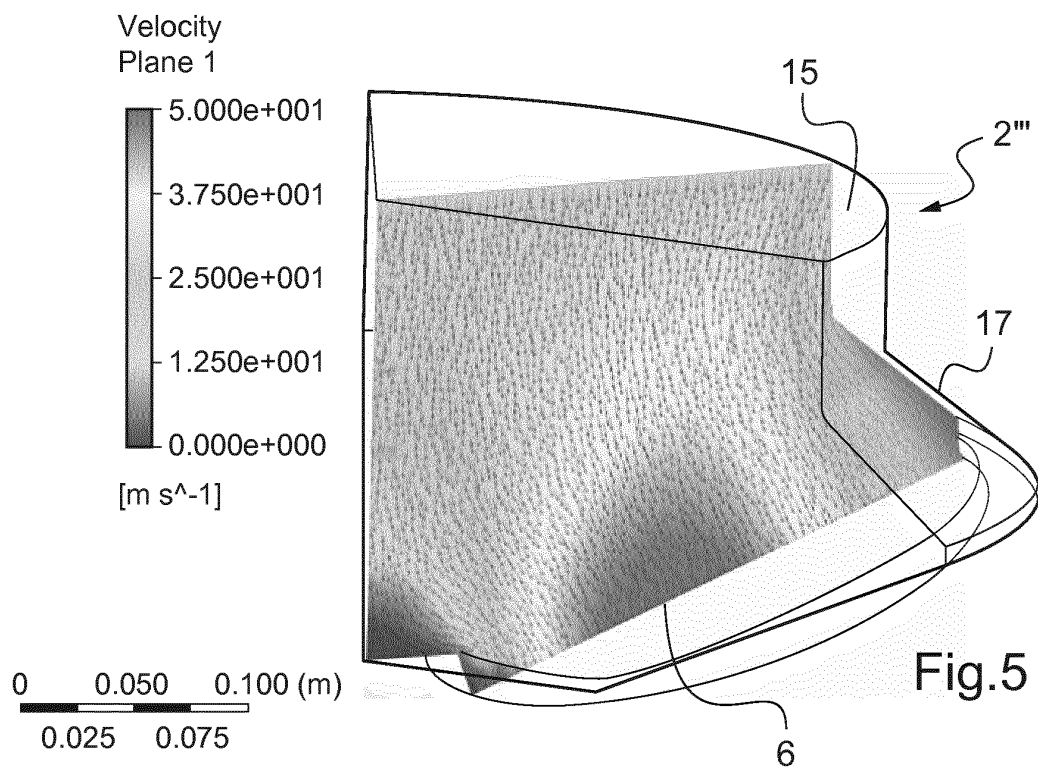
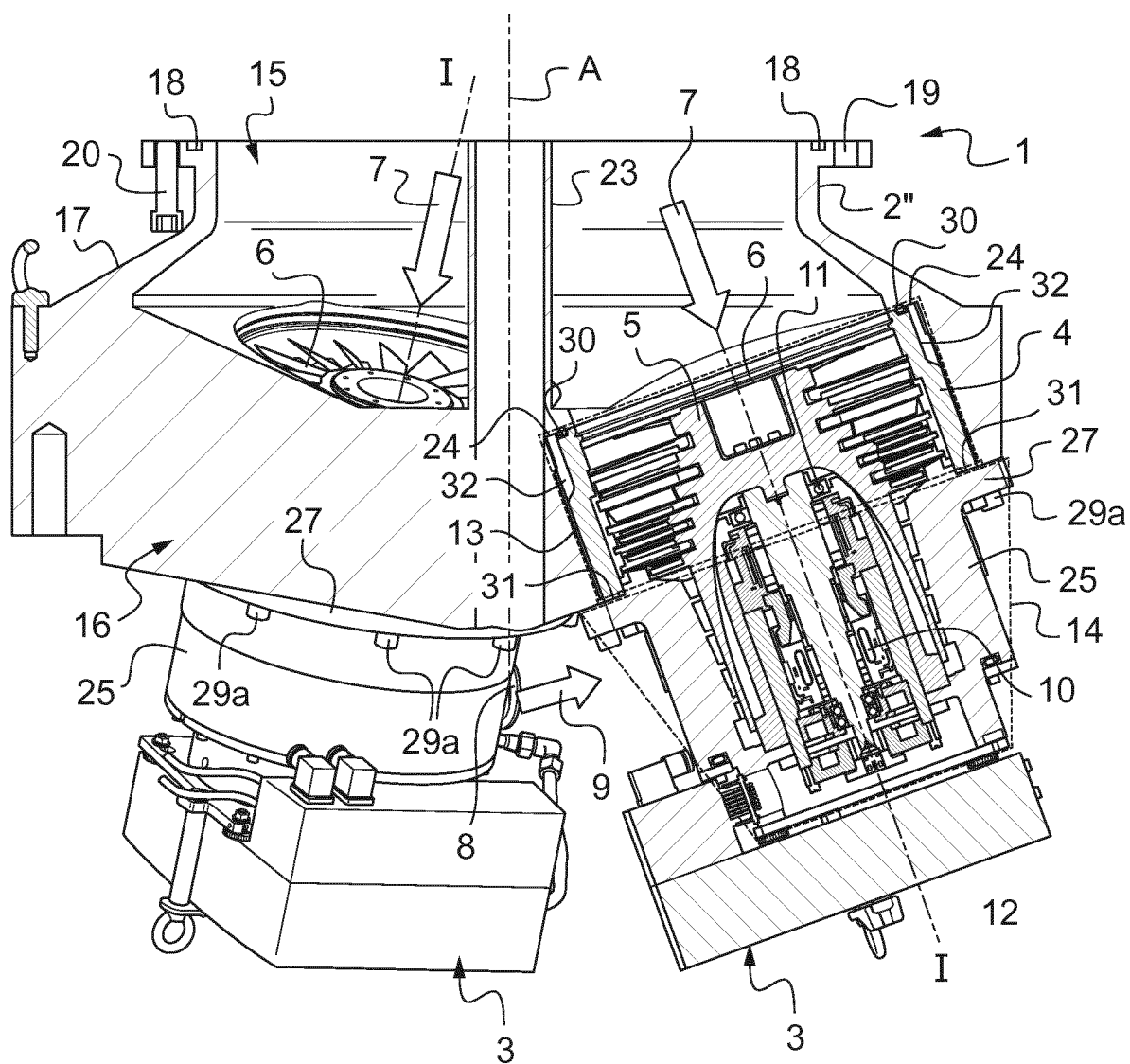


Fig.7



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 1626179 A2 [0005]