

(19)



(11)

EP 3 105 455 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
29.08.2018 Bulletin 2018/35

(51) Int Cl.:
F04B 37/14 ^(2006.01) **F04C 25/02** ^(2006.01)
F04B 41/06 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15708739.6**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2015/052698

(22) Date de dépôt: **10.02.2015**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2015/121222 (20.08.2015 Gazette 2015/33)

(54) **SYSTÈME DE POMPAGE ET PROCÉDÉ DE DESCENTE EN PRESSION DANS UN SAS DE CHARGEMENT ET DE DÉCHARGEMENT**

PUMPSYSTEM UND VERFAHREN ZUR VERRINGERUNG DES DRUCKS IN EINER
LOAD-LOCK-KAMMER

PUMPING SYSTEM AND METHOD FOR LOWERING THE PRESSURE IN A LOAD-LOCK CHAMBER

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

(30) Priorité: **12.02.2014 FR 1451075**

(43) Date de publication de la demande:
21.12.2016 Bulletin 2016/51

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

(72) Inventeur: **BECOURT, Nicolas
F-74330 Poisy (FR)**

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

(56) Documents cités:
**EP-A1- 0 752 531 EP-A2- 1 710 440
DE-A1- 10 048 210 DE-A1- 19 500 823**

EP 3 105 455 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 un système de pompage et un procédé de descente en pression dans un sas de chargement et de déchargement (ou « load-lock » en anglais) d'un substrat, tel qu'un écran plat d'affichage (« ou flat panel display » en anglais) ou un substrat photovoltaïque, depuis une pression atmosphérique vers une basse pression pour le chargement et le déchargement du substrat dans une chambre de traitement maintenue à basse pression.

[0002] Dans certains procédés de fabrication, une étape importante consiste à traiter un substrat sous atmosphère contrôlée à basse pression dans une chambre de traitement. Pour maintenir une cadence acceptable et pour éviter la présence de toute impureté et de toute pollution, l'atmosphère environnant le substrat est d'abord descendu à basse pression dans un sas de chargement et de déchargement communiquant avec la chambre de traitement.

[0003] Pour cela, le sas comporte une enceinte étanche dont une première porte met en communication l'intérieur de l'enceinte avec une zone sous pression atmosphérique, telle qu'une salle blanche, pour le chargement d'au moins un substrat. L'enceinte du sas est raccordée à un groupe de pompage permettant de descendre la pression dans l'enceinte jusqu'à atteindre une basse pression appropriée similaire à celle régnant dans la chambre de traitement de manière à pouvoir transférer le substrat vers la chambre de traitement. Le sas comporte en outre une deuxième porte pour le déchargement du substrat dans la chambre de traitement après avoir été mis sous vide. Ce même sas est généralement également utilisé pour la remontée en pression du substrat à l'issue de son traitement, et son déchargement à pression atmosphérique.

[0004] On comprend cependant que chaque chargement de substrats nécessite de descendre puis de remonter alternativement la pression dans l'enceinte du sas, en un temps relativement court pour atteindre la basse pression souhaitée. Cette contrainte est d'autant plus difficile à respecter pour des substrats de grande dimension. Tel est le cas notamment, pour la fabrication des écrans plats d'affichage ou de substrats photovoltaïques, l'enceinte du sas ayant nécessairement le volume approprié pour contenir un ou plusieurs écrans plats. Par exemple, actuellement, les enceintes des sas utilisées pour la fabrication des écrans plats présentent des volumes généralement de l'ordre de 500 à 1000 litres, dépassant parfois 5000 litres, qu'il faut donc pomper le plus rapidement possible.

[0005] Comme il s'agit d'abaisser la pression dans l'enceinte depuis une pression élevée vers une basse pression, la solution de pompage doit être performante aussi bien à haute qu'à basse pression afin de limiter le temps du pompage jusqu'à la basse pression souhaitée. Cet objectif peut s'avérer difficilement atteignable car il fait appel à des caractéristiques de pompes à vide a priori

antagonistes.

[0006] En effet, au début du pompage, les rotors des pompes à vide subissent généralement un ralentissement temporaire de la vitesse de rotation, permettant l'absorption de la surcharge occasionnée par le pompage à haute pression. Une fois l'excès de charge évacué, la rotation peut accélérer jusqu'à atteindre les performances maximales de la pompe. On préfère donc des pompes de faible inertie, ce qui facilite leur mise en rotation et la ré-accélération après la phase de ralentissement. Les pompes de faible inertie sont en général de petites dimensions et présentent un débit volumétrique relativement faible. Aussi, les performances de pompage des pompes de faible inertie sont limitées et peuvent ne pas permettre d'atteindre les basses pressions souhaitées dans le délai imparti.

[0007] En outre, dans certains cas, un flux de gaz est injecté entre l'enceinte du sas et la pompe pendant ou à la fin du pompage. Egalement, les parois de l'enceinte ou les surfaces des substrats peuvent libérer un flux de dégazage non négligeable. Ces débits de gaz supplémentaires qui sont contraignants surtout à basse pression, font qu'il est alors préférable d'utiliser des pompes présentant de fortes capacités de pompage à basse pression, présentant notamment de grandes dimensions. Cependant, ces pompes de grandes dimensions présentent en général une forte inertie, ce qui les rend relativement inefficaces au début du pompage à haute et moyenne pression.

[0008] Le document DE 195 00 823 décrit une installation pour l'évacuation cyclique d'une enceinte.

[0009] Un des buts de la présente invention est de proposer un système de pompage et un procédé de descente en pression dans un sas de chargement et de déchargement, qui résolvent à moindres coûts et au moins en partie les inconvénients de l'état de la technique.

[0010] A cet effet, l'invention a pour objet un système de pompage destiné à être raccordé à une enceinte de sas de chargement et de déchargement d'un substrat, comportant au moins un premier groupe de pompage primaire ayant une première vitesse de pompage maximale et un deuxième groupe de pompage primaire ayant une deuxième vitesse de pompage maximale, chaque groupe de pompage primaire comprenant une pompe à vide Roots monoétagée et une pompe à vide primaire, la pompe à vide Roots monoétagée étant montée en série et en amont de la pompe à vide primaire dans le sens d'écoulement des gaz à pomper, lesdits premier et deuxième groupes de pompage primaire étant montés en parallèle et configurés pour pomper simultanément l'enceinte du sas de chargement et de déchargement du substrat, caractérisé en ce que ledit premier groupe de pompage primaire présente des caractéristiques de pompage distinctes dudit deuxième groupe de pompage primaire, l'écart entre les première et deuxième vitesses de pompage maximales étant supérieur à 500 m³/h.

[0011] L'invention a aussi pour objet un système de pompage destiné à être raccordé à une enceinte de sas

de chargement et de déchargement d'un substrat, comportant au moins une première pompe à vide primaire ayant une première vitesse de pompage maximale et une deuxième pompe à vide primaire ayant une deuxième vitesse de pompage maximale, les première et deuxième pompes à vide primaire étant montées en parallèle et configurées pour pomper simultanément l'enceinte du sas de chargement et de déchargement du substrat, caractérisé en ce que la première pompe à vide primaire présente des caractéristiques de pompage distinctes de la deuxième pompe à vide primaire, l'écart entre les première et deuxième vitesses de pompage maximales étant supérieur à 500 m³/h.

[0012] En utilisant un premier dispositif de pompage en vide primaire, tel qu'un groupe de pompage primaire ou une pompe à vide primaire, de forte inertie en parallèle d'un deuxième dispositif de pompage en vide primaire, tel qu'un groupe de pompage primaire ou une pompe à vide primaire, de faible inertie, au début du pompage, la rotation des rotors des deux dispositifs de pompage en vide primaire va ralentir pour permettre l'absorption de la surcharge occasionnée par le pompage haute pression. Une fois l'excès de charge évacué, le dispositif de pompage en vide primaire de faible inertie va pouvoir réaccélérer plus rapidement que le dispositif de pompage en vide primaire de forte inertie pour atteindre son plein régime. L'accélération de la rotation du dispositif de pompage en vide primaire de forte inertie sera plus lente mais permettra d'atteindre des débits volumétriques importants à basse pression afin de pouvoir respecter le délai imparti pour atteindre la pression souhaitée. Le système de pompage permet ainsi de bénéficier des avantages et de compenser les points faibles de chaque dispositif de pompage pour obtenir rapidement la pression souhaitée, à un coût maîtrisé.

[0013] Selon un exemple de réalisation, la première vitesse de pompage maximale est supérieure ou égale à 2000m³/h, désignant un « dispositif de pompage en vide primaire de forte inertie », et la deuxième vitesse de pompage maximale est inférieure à 2000m³/h, désignant un « dispositif de pompage en vide primaire de faible inertie ».

[0014] Par exemple, l'écart entre la première vitesse de pompage maximale et la deuxième vitesse de pompage maximale est compris entre 500 et 3500 m³/h. La différence entre les vitesses de pompage est ainsi suffisamment importante pour qu'un premier dispositif de pompage en vide primaire soit plus performant que le deuxième dispositif de pompage en vide primaire à basse pression et réciproquement à haute pression.

[0015] Selon un exemple de réalisation, le système de pompage comporte au moins deux pompes à vide primaire ou au moins deux groupes de pompage primaire, présentant des caractéristiques de pompage sensiblement identiques.

[0016] L'invention a aussi pour objet un procédé de descente en pression dans une enceinte de sas de chargement et de déchargement par un système de pompage

tel que décrit précédemment caractérisé en ce qu'on pompe simultanément l'enceinte de sas de chargement et de déchargement du substrat au moyen d'au moins un premier groupe de pompage primaire ayant une première vitesse de pompage maximale et un deuxième groupe de pompage primaire ayant une deuxième vitesse de pompage maximale, lesdits groupes de pompage primaire étant montés en parallèle et présentant des caractéristiques de pompage distinctes, l'écart entre la première et la deuxième vitesses de pompage maximale desdits groupes de pompage primaire étant supérieur à 500 m³/h.

[0017] L'invention a encore pour objet un procédé de descente en pression dans une enceinte de sas de chargement et de déchargement par un système de pompage tel que décrit précédemment, caractérisé en ce qu'on pompe simultanément l'enceinte de sas de chargement et de déchargement du substrat au moyen d'au moins une première pompe à vide primaire ayant une première vitesse de pompage maximale et une deuxième pompe à vide primaire ayant une deuxième vitesse de pompage maximale, lesdites première et deuxième pompes à vide primaire étant montées en parallèle et présentant des caractéristiques de pompage distinctes, l'écart entre la première et la deuxième vitesses de pompage maximale desdites pompes à vide primaire étant supérieur à 500 m³/h.

[0018] 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 schématique d'un premier exemple de système de pompage raccordé à une enceinte de sas de chargement et de déchargement,
- la figure 2 est un graphique sur lequel on a représenté la vitesse de pompage (en m³/h) d'un premier groupe de pompage primaire en fonction de la pression (Courbe A, en mbar) et la vitesse de pompage (en m³/h) d'un deuxième groupe de pompage primaire en fonction de la pression (Courbe B, en mbar), et
- la figure 3 est un graphique sur lequel on a représenté des courbes de descente en pression (en mbar) en fonction du temps (en secondes) dans une enceinte de sas de chargement et de déchargement pour différentes configurations de pompage, et
- la figure 4 montre une représentation schématique d'un deuxième exemple de système de pompage raccordé à l'enceinte de sas de chargement et de déchargement.

[0019] Sur ces figures, les éléments identiques portent les mêmes numéros de référence.

[0020] La figure 1 montre un premier exemple de système de pompage 1 raccordé à une enceinte 2 de sas de chargement et de déchargement (ou « load lock » en

anglais).

[0021] De façon connue en soi, l'enceinte 2 de sas de chargement et de déchargement présente une première porte 4 mettant en communication l'intérieur de l'enceinte 2 avec une zone sous pression atmosphérique, telle qu'une salle blanche, pour le chargement d'au moins un substrat 5 de grande dimension, tel qu'un écran plat d'affichage (« flat panel display » en anglais) ou un substrat photovoltaïque. De telles enceintes présentent un volume généralement compris entre 500 et 5000 litres. L'enceinte 2 comporte en outre une deuxième porte 6 pour le déchargement du substrat 5 dans une chambre de traitement 7 après mise sous vide, ainsi qu'un dispositif d'introduction d'un gaz neutre 8, notamment pour le retour à la pression atmosphérique dans l'enceinte 2 après le transfert du substrat 5.

[0022] Le système de pompage 1 comporte au moins un premier et un deuxième dispositifs de pompage en vide primaire montés en parallèle, configurés pour pomper simultanément l'enceinte 2.

[0023] On désigne par dispositif de pompage en vide primaire, un dispositif de pompage volumétrique dans lequel le gaz à pomper est aspiré, comprimé puis refoulé, pour l'obtention d'un vide primaire, c'est-à-dire pour l'obtention d'une pression comprise entre 10^2 et 10^{-1} Pa. Le dispositif de pompage en vide primaire peut fonctionner dès la pression atmosphérique, par opposition à un dispositif de pompage de type turbomoléculaire.

[0024] Le dispositif de pompage en vide primaire peut être une pompe à vide primaire 13a, 13b, 14a, 14b (figure 4) ou un groupe de pompage primaire 9a, 10a, 9b, 10b (figure 1).

[0025] Un groupe de pompage primaire 9a, 10a, 9b, 10b comporte une pompe à vide Roots monoétagée 15 et une pompe à vide primaire 13, la pompe à vide Roots monoétagée 15 étant montée en série et en amont de la pompe à vide primaire 13 dans le sens d'écoulement des gaz à pomper (flèche G sur la figure 1).

[0026] La pompe à vide Roots monoétagée 15, également appelée « dépresseur Roots », n'est pas une pompe à vide turbomoléculaire car la pompe à vide Roots monoétagée 15 ne peut atteindre qu'un vide limite primaire, c'est-à-dire une basse pression comprise entre 10^2 et 10^{-1} Pa.

[0027] Le montage en parallèle des groupes de pompage primaire 9a, 10a, 9b, 10b est assuré par le raccordement des entrées respectives des groupes de pompage primaire 9a, 10a, 9b, 10b à l'enceinte 2 par une ligne de vide 11 comportant une vanne d'isolation 12 permettant l'isolation des groupes de pompage primaire 9a, 10a, 9b, 10b, notamment pour la remontée à pression atmosphérique dans l'enceinte 2.

[0028] Ce montage est tel qu'au cours de la descente en pression, le gaz à pomper provenant de l'enceinte 2, circule en même temps et en parallèle à travers tous les groupes de pompage primaire 9a, 10a, 9b, 10b.

[0029] On prévoit en outre que la ligne de vide 11 présente sensiblement la même conductance entre l'encein-

te 2 et l'entrée respective des groupes de pompage primaire 9a, 10a, 9b, 10b pendant la descente en pression. La ligne de vide 11 est notamment dépourvue de dispositifs spécifique dit de pompage lent (ou « soft pumping » en anglais).

[0030] Dans l'exemple représenté sur la figure 1, le système de pompage 1 comporte quatre groupes de pompage primaire 9a, 10a, 9b, 10b.

[0031] Comme évoqué précédemment, un groupe de pompage primaire 9a, 10a, 9b, 10b comporte une pompe à vide primaire 13 et une pompe à vide Roots monoétagée 15, la pompe à vide Roots monoétagée 15 étant montée en série et en amont de la pompe à vide primaire 13 dans le sens d'écoulement des gaz à pomper.

[0032] La pompe à vide primaire 13 est par exemple une pompe à vide sèche multiétagée, c'est-à-dire comportant plusieurs étages de pompage montés en série les uns à la suite des autres, et fluidiquement raccordés en série les uns à la suite des autres par les canaux inter-étages. Les canaux inter-étages raccordent la sortie de l'étage de pompage qui précède à l'entrée de l'étage qui suit, entre une aspiration de la pompe à vide primaire 13 et son refoulement.

[0033] A l'intérieur, la pompe à vide primaire 13 comporte deux rotors de profils identiques, tournant dans les logements en sens opposé. Lors de la rotation, le gaz aspiré est emprisonné dans l'espace libre compris entre les rotors et le stator, puis il est refoulé vers l'étage de pompage suivant. Les rotors sont portés par des arbres qui s'étendent dans les étages de pompage et sont entraînés par un moteur de la pompe à vide primaire 13. Les étages de pompage sont solidarisés ensemble pour former un corps de pompe monobloc, traversé par les arbres des rotors. La pompe à vide primaire 13 est par exemple à lobes rotatifs tels que de type Roots ou d'un principe similaire, tel que de type Claw.

[0034] De façon générale, une pompe à vide à lobes rotatifs " Roots " comprend deux rotors de profils identiques, portés par deux arbres s'étendant dans les étages de pompage et entraînés par un moteur pour tourner à l'intérieur d'un stator en sens opposé. Lors de la rotation, le gaz aspiré est emprisonné dans l'espace libre compris entre les rotors et le stator, puis il est refoulé. Le fonctionnement s'effectue sans aucun contact mécanique entre les rotors et le stator de la pompe à vide primaire, ce qui permet l'absence totale d'huile dans les étages de pompage.

[0035] La pompe à vide Roots monoétagée 15 se différencie de la pompe à vide primaire 13 par le fait qu'elle ne présente qu'un seul étage de pompage et nécessite l'utilisation d'une pompe à vide primaire 13 raccordée en série à son refoulement. C'est, comme la pompe à vide primaire 13, une pompe à vide volumétrique, c'est-à-dire qui, à l'aide de rotors aspire, transfère puis refoule le gaz à pomper.

[0036] Une pompe à vide Roots monoétagée 15 comporte un moteur propre apte à entraîner les rotors en rotation dans son unique étage de pompage.

[0037] Ainsi, un étage de pompage d'une pompe à vide primaire multiétagée ne peut pas être considéré comme une pompe à vide Roots monoétagée au sens de la présente invention.

[0038] En outre, au moins un premier et au moins un deuxième groupes de pompage primaire 9a, 10a, 9b, 10b présentent des caractéristiques de pompage distinctes.

[0039] Dans l'exemple représenté en figure 1, les deux premiers groupes de pompage primaire 9a, 9b présentent des caractéristiques de pompage distinctes des deux deuxièmes groupes de pompage primaire 10a, 10b.

[0040] Les caractéristiques de pompage sont généralement définies par la distribution des vitesses de pompage en fonction de la pression telles que représentées par les courbes A et B sur la figure 2. Cette distribution est généralement une donnée du constructeur.

[0041] Le premier groupe de pompage primaire 9a présente une première vitesse de pompage maximale par exemple supérieure ou égale à 2000 m³/h, désignant un « dispositif de pompage en vide primaire de forte inertie », et le deuxième groupe de pompage primaire 10a présente une deuxième vitesse de pompage maximale inférieure à 2000 m³/h, désignant un « dispositif de pompage en vide primaire de faible inertie ».

[0042] En outre, l'écart entre la première vitesse de pompage maximale S1 du premier groupe de pompage primaire 9a, 9b et la deuxième vitesse de pompage maximale S2 du deuxième groupe de pompage primaire 10a, 10b, est supérieur à 500 m³/h, tel que compris entre 500 et 3500 m³/h. La différence entre les groupes de pompage primaire est ainsi suffisamment importante pour qu'un premier groupe de pompage primaire 9a, 9b soit plus performant que le deuxième groupe de pompage primaire 10a, 10b à basse pression et réciproquement à haute pression.

[0043] Par exemple, et comme représenté sur la courbe A de la figure 2, la première vitesse de pompage maximale S1 des deux premiers groupes de pompage primaire 9a, 9b est de l'ordre de 2600 m³/h pour une pression correspondante de l'ordre de 0,35 mbar (ou 35 Pa).

[0044] La deuxième vitesse de pompage maximale S2 des deux deuxièmes groupes de pompage primaire 10a, 10b est de l'ordre de 1700 m³/h pour une pression correspondante de l'ordre de 0,5 mbar (ou 50 Pa).

[0045] Du fait de leurs importantes capacités de pompage, les premiers groupes de pompage primaire 9a, 9b présentent un dimensionnement et une inertie plus importants que les deuxièmes groupes de pompage primaire 10a, 10b.

[0046] En utilisant ainsi deux premiers groupes de pompage primaire 9a, 9b de forte inertie en parallèle de deux deuxièmes groupes de pompage primaire 10a, 10b de faible inertie, la rotation des rotors des quatre pompes à vide Roots monoétagée 15 va ralentir pour permettre l'absorption de la surcharge occasionnée par le pompage haute pression. Une fois l'excès de charge évacué, les pompes à vide Roots monoétagée 15 des deux deuxièmes

groupes de pompage primaire 10a, 10b, de faible inertie vont pouvoir ré-accélérer plus rapidement que les pompes à vide Roots monoétagée 15 des deux premiers groupes de pompage primaire de forte inertie pour atteindre leur plein régime. L'accélération de la rotation des deux pompes à vide Roots monoétagée 15 des premiers groupes de pompage primaire 9a, 9b de forte inertie sera plus lente mais permettra d'atteindre des débits volumétriques importants à basse pression afin de pouvoir respecter le délai imparti pour atteindre la pression souhaitée. Le système de pompage 1 permet ainsi de bénéficier des avantages et de compenser les points faibles de chaque dispositif de pompage pour obtenir rapidement la pression souhaitée, à un coût maîtrisé.

[0047] On se réfère maintenant aux courbes de descente en pression en fonction du temps de la figure 3, dans une enceinte de sas de chargement et de déchargement de 1000 litres pour différentes configurations de pompage. Dans cet exemple, une pression de 0,025 mbar doit être atteinte en 23,5 secondes à partir de la pression atmosphérique (environ 1000 mbars). Cette contrainte est illustrée par le point O sur la figure 3.

[0048] La courbe C représente la courbe de descente en pression en fonction du temps pour deux premiers groupes de pompage primaire 9a de forte inertie présentant des caractéristiques de pompage identiques, montés en parallèle. On constate qu'une pression de 0,025 mbar est atteinte à environ 24 secondes.

[0049] La courbe D représente la courbe de descente en pression en fonction du temps pour un premier et un deuxième groupes de pompage primaire 9a, 10b présentant des caractéristiques de pompage distinctes, respectivement de forte et de faible inertie, montés en parallèle. On atteint la pression souhaitée de 0,025 mbar à 23 secondes, dans le délai imparti.

[0050] La courbe E représente la courbe de descente en pression en fonction du temps pour deux deuxièmes groupes de pompage primaire 10a de faible inertie présentant des caractéristiques de pompage identiques, montés en parallèle. On constate avec cette configuration que, la pression souhaitée de 0,025 mbar est atteinte après 27 secondes.

[0051] La courbe F représente la courbe de descente en pression en fonction du temps pour trois premiers groupes de pompage primaire 9a de forte inertie présentant des caractéristiques de pompage identiques, montés en parallèle. On constate qu'une pression de 0,025 mbar est atteinte en environ 16 secondes.

[0052] La courbe G représente la courbe de descente en pression en fonction du temps pour trois deuxièmes groupes de pompage primaire 10a de faible inertie présentant des caractéristiques de pompage identiques, montés en parallèle. On constate que la pression souhaitée de 0,025 mbar est atteinte après 18 secondes.

[0053] Par conséquent, avec des groupes de pompage primaire présentant des caractéristiques de pompage identiques, il est nécessaire de tripler le montage en parallèle pour respecter la contrainte de pression de

0,025mbar dans le délai imparti de 23, 5 secondes (courbes F et G).

[0054] En revanche, avec des groupes de pompage primaire 9a, 10a présentant des caractéristiques de pompage distinctes, choisis de manière appropriée pour combiner des groupes de pompage primaire de forte et de faible inertie (courbe D), on peut atteindre la pression souhaitée dans le délai imparti.

[0055] En effet, au début du pompage, à haute pression, la ré-accélération de la vitesse de rotation des rotors après le ralentissement dû à l'absorption de surcharge de gaz, est plus lente pour le premier groupe de pompage primaire à forte inertie. Le premier groupe de pompage primaire à forte inertie présente ainsi une efficacité moindre à haute et moyenne pression que le deuxième groupe de pompage primaire à faible inertie mais permet en revanche d'obtenir une meilleure vitesse de pompage à basse pression. A l'inverse, le deuxième groupe de pompage primaire à faible inertie permet l'obtention d'une forte vitesse de pompage à haute pression mais donne de faibles performances à basse pression.

[0056] La figure 4 montre un autre exemple de système de pompage 1' raccordé à une enceinte 2 de sas de chargement et de déchargement d'un substrat 5.

[0057] Le système de pompage 1' comporte au moins une première pompe à vide primaire 13a, 13b ayant une première vitesse de pompage maximale et une deuxième pompe à vide primaire 14a, 14b ayant une deuxième vitesse de pompage maximale.

[0058] Comme décrit précédemment les pompes à vide primaire 13a, 13b, 14a, 14b peuvent être des pompes à vide sèche multi-étagées, c'est-à-dire comportant plusieurs étages de pompage montés en série les uns à la suite des autres, et fluidiquement raccordés en série les uns à la suite des autres par les canaux inter-étages. Les rotors sont portés par des arbres qui s'étendent dans les étages de pompage et sont entraînés par un moteur de la pompe à vide primaire 13a, 13b, 14a, 14b. Les étages de pompage sont solidarisés ensemble pour former un corps de pompe monobloc, traversé par les arbres des rotors. La pompe à vide primaire 13a, 13b, 14a, 14b est par exemple à lobes rotatifs tels que de type Roots ou d'un principe similaire, tel que de type Claw. Elle ne peut atteindre qu'un vide limite primaire, c'est-à-dire une basse pression comprise entre 10^2 et 10^{-1} Pa.

[0059] Les première et deuxième pompes à vide primaire 13a, 13b, 14a, 14b sont montées en parallèle et configurées pour pomper simultanément l'enceinte 2 du sas de chargement et de déchargement du substrat.

[0060] Au moins une première et une deuxième pompe à vide primaire présentent des caractéristiques de pompage distinctes.

[0061] Dans l'exemple représenté en figure 4, les deux premières pompes à vide primaire 13a, 13b présentent des caractéristiques de pompage distinctes des deux pompes à vide primaire 14a, 14b.

[0062] Les premières pompes à vide primaire 13a, 13b présentent une première vitesse de pompage maximale

par exemple supérieure ou égale à $2000\text{m}^3/\text{h}$, et les deuxième pompes à vide primaire 14a, 14b présentent une deuxième vitesse de pompage maximale par exemple inférieure à $2000\text{m}^3/\text{h}$.

[0063] En outre, l'écart entre les premières vitesses de pompage maximale des premières pompes à vide primaire 13a, 13b et les deuxième vitesses de pompage maximales des deuxième pompes à vide primaire 14a, 14b, est supérieur à $500\text{m}^3/\text{h}$, tel que compris entre 500 et $3500\text{m}^3/\text{h}$.

Revendications

1. Système de pompage destiné à être raccordé à une enceinte (2) de sas de chargement et de déchargement d'un substrat (5), comportant au moins :

- un premier groupe de pompage primaire (9a, 9b) ayant une première vitesse de pompage maximale (S1), et
- un deuxième groupe de pompage primaire (10a, 10b) ayant une deuxième vitesse de pompage maximale (S2),
- chaque groupe de pompage primaire (9a, 9b, 10a, 10b) comprenant une pompe à vide Roots monoétagée (15) et une pompe à vide primaire (13), la pompe à vide Roots monoétagée (15) étant montée en série et en amont de la pompe à vide primaire (13) dans le sens d'écoulement des gaz à pomper,
- lesdits premier et deuxième groupes de pompage primaire (9a, 9b, 10a, 10b) étant montés en parallèle et configurés pour pomper simultanément l'enceinte (2) du sas de chargement et de déchargement du substrat,
- **caractérisé en ce que** ledit premier groupe de pompage primaire (9a, 9b) présente des caractéristiques de pompage distinctes dudit deuxième groupe de pompage primaire (10a, 10b), l'écart entre les première et deuxième vitesses de pompage maximales (S1, S2) desdits premier et deuxième groupes de pompage primaire (9a, 9b, 10a, 10b) étant supérieur à $500\text{m}^3/\text{h}$.

2. Système de pompage destiné à être raccordé à une enceinte (2) de sas de chargement et de déchargement d'un substrat (5), comportant au moins une première pompe à vide primaire (13a, 13b) ayant une première vitesse de pompage maximale et une deuxième pompe à vide primaire (14a, 14b) ayant une deuxième vitesse de pompage maximale, les première et deuxième pompes à vide primaire (13a, 13b, 14a, 14b) étant montées en parallèle et configurées pour pomper simultanément l'enceinte (2) du sas de chargement et de déchargement du substrat, **caractérisé en ce que** la première pompe à vide primaire (13a, 13b) présente des caractéristiques de

pompage distinctes de la deuxième pompe à vide primaire (14a, 14b), l'écart entre les première et deuxième vitesses de pompage maximales étant supérieur à 500 m³/h.

3. Système de pompage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première vitesse de pompage maximale (S1) est supérieure ou égale à 2000m³/h et la deuxième vitesse de pompage maximale (S2) est inférieure à 2000m³/h. 10
4. Système de pompage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'écart entre la première vitesse de pompage maximale (S1) et la deuxième vitesse de pompage maximale (S2) est compris entre 500 et 3500 m³/h. 15
5. Système de pompage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins deux pompes à vide primaire (13a, 13b ; 14a, 14b) ou au moins deux groupes de pompage primaire (9a, 9b ; 10a, 10b) présentant des caractéristiques de pompage sensiblement identiques. 20
6. Procédé de descente en pression dans une enceinte (2) de sas de chargement et de déchargement par un système de pompage (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** pompe simultanément l'enceinte (2) de sas de chargement et de déchargement du substrat au moyen d'au moins un premier groupe de pompage primaire (9a, 9b) ayant une première vitesse de pompage maximale (S1) et un deuxième groupe de pompage primaire (10a, 10b) ayant une deuxième vitesse de pompage maximale (S2), lesdits groupes de pompage primaire (9a, 9b, 10a, 10b) étant montés en parallèle et présentant des caractéristiques de pompage distinctes, l'écart entre la première et la deuxième vitesses de pompage maximale étant supérieur à 500 m³/h. 25
30
7. Procédé de descente en pression dans une enceinte (2) de sas de chargement et de déchargement par un système de pompage (1') selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'on** pompe simultanément l'enceinte (2) de sas de chargement et de déchargement du substrat au moyen d'au moins une première pompe à vide primaire (13a, 13b) ayant une première vitesse de pompage maximale et une deuxième pompe à vide primaire (14a, 14b) ayant une deuxième vitesse de pompage maximale, lesdites pompes à vide primaire (13a, 13b, 14a, 14b) étant montées en parallèle et présentant des caractéristiques de pompage distinctes, l'écart entre la première et la deuxième vitesses de pompage maximale étant supérieur à 500 m³/h. 35
40
45
50
55

Patentansprüche

1. Pumpsystem zum Verbinden mit einer Kammer (2) zum Be- und Entladen eines Substrats (5), umfassend mindestens:
 - eine erste Primärpumpengruppe (9a, 9b) mit einer ersten maximalen Pumpgeschwindigkeit (S1) und
 - eine zweite Primärpumpengruppe (10a, 10b) mit einer zweiten maximalen Pumpgeschwindigkeit (S2),
 - wobei jede Primärpumpengruppe (9a, 9b, 10a, 10b) eine einstufige Roots-Vakuumpumpe (15) und eine Primärvakuumpumpe (13) umfasst, wobei die einstufige Roots-Vakuumpumpe (15) in Reihe mit und stromaufwärts der Primärvakuumpumpe (13) in Strömungsrichtung der zu pumpenden Gasen angebracht ist,
 - wobei die erste und zweite Primärpumpengruppe (9a, 9b, 10a, 10b) parallel angebracht und eingerichtet sind, um gleichzeitig die Kammer (2) zum Be- und Entladen des Substrats zu pumpen,
 - **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Primärpumpengruppe (9a, 9b) andere Pumpeigenschaften aufweist als die zweite Primärpumpengruppe (10a, 10b), wobei die Differenz zwischen der ersten und zweiten maximalen Pumpgeschwindigkeit (S1, S2) der ersten und zweiten Primärpumpengruppe (9a, 9b, 10a, 10b) mehr als 500 m³/h beträgt.
2. Pumpsystem zum Verbinden mit einer Kammer (2) zum Be- und Entladen eines Substrats (5), umfassend mindestens eine erste Primärvakuumpumpe (13a, 13b) mit einer ersten maximalen Pumpgeschwindigkeit und eine zweite Primärvakuumpumpe (14a, 14b) mit einer zweiten maximalen Pumpgeschwindigkeit, wobei die ersten und zweiten Primärpumpen (13a, 13b, 14a, 14b) parallel angebracht und eingerichtet sind, um gleichzeitig die Kammer (2) zum Be- und Entladen des Substrats zu pumpen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Primärvakuumpumpe (13a, 13b) andere Pumpeigenschaften aufweist als die zweite Primärvakuumpumpe (14a, 14b), wobei die Differenz zwischen der ersten und zweiten maximalen Pumpgeschwindigkeit mehr als 500 m³/h beträgt.
3. Pumpsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste maximale Pumpgeschwindigkeit (S1) größer oder gleich 2.000 m³/h ist und die zweite maximale Pumpgeschwindigkeit (S2) kleiner 2.000 m³/h ist.
4. Pumpsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Diffe-

renz zwischen der ersten maximalen Pumpgeschwindigkeit (S1) und der zweiten maximalen Pumpgeschwindigkeit (S2) im Bereich zwischen 500 und 3.500 m³/h liegt.

5. Pumpsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens zwei Primärvakuumpumpen (13a, 13b; 14a, 14b) oder mindestens zwei Primärpumpengruppen (9a, 9b; 10a, 10b) umfasst, die im Wesentlichen identische Pumpeigenschaften aufweisen.
6. Verfahren zum Verringern des Drucks in einer Kammer (2) zum Be- und Entladen durch ein Pumpsystem (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammer (2) zum Be- und Entladen des Substrats mithilfe mindestens einer ersten Primärpumpengruppe (9a, 9b) mit einer ersten maximalen Pumpgeschwindigkeit (S1) und einer zweiten Primärpumpengruppe (10a, 10b) mit einer zweiten maximalen Pumpgeschwindigkeit (S2) gleichzeitig gepumpt wird, wobei die Primärpumpengruppen (9a, 9b, 10a, 10b) parallel angebracht sind und verschiedene Pumpeigenschaften aufweisen, wobei die Differenz zwischen der ersten und zweiten maximalen Pumpgeschwindigkeit mehr als 500 m³/h beträgt.
7. Verfahren zum Verringern des Drucks in einer Kammer (2) zum Be- und Entladen durch ein Pumpsystem (1') nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammer (2) zum Be- und Entladen des Substrats mithilfe mindestens einer ersten Primärvakuumpumpe (13a, 13b) mit einer ersten maximalen Pumpengeschwindigkeit und einer zweiten Primärvakuumpumpe (14a, 14b) mit einer zweiten maximalen Pumpengeschwindigkeit gleichzeitig gepumpt wird, wobei die Primärpumpen (13a, 13b, 14a, 14b) parallel angebracht sind und verschiedene Pumpeigenschaften aufweisen, wobei die Differenz zwischen der ersten und zweiten maximalen Pumpgeschwindigkeit mehr als 500 m³/h beträgt.

Claims

1. Pumping system intended to be connected to an enclosure (2) of a load lock for a substrate (5), comprising at least:
 - a first roughing pump unit (9a, 9b) having a first maximum pumping speed (S1), and
 - a second roughing pump unit (10a, 10b) having a second maximum pumping speed (S2),
 - each roughing pump unit (9a, 9b, 10a, 10b) comprising a single-stage Roots vacuum pump (15) and a rough vacuum pump (13), the single-stage Roots vacuum pump (15) being arranged

in series and upstream of the rough vacuum pump (13) in the direction of flow of the gases being pumped,

- said first and second roughing pump units (9a, 9b, 10a, 10b) being mounted in parallel and configured to simultaneously pump the enclosure (2) of the load lock of the substrate,
- **characterized in that** said first roughing pump unit (9a, 9b) has pumping characteristics that are different from said second roughing pump unit (10a, 10b), the difference between the first and second maximum pumping speeds (S1, S2) of said first and second roughing pump units (9a, 9b, 10a, 10b) being greater than 500 m³/h.
2. Pumping system intended to be connected to an enclosure (2) of a load lock for a substrate (5), comprising at least one first rough vacuum pump (13a, 13b) having a first maximum pumping speed and a second rough vacuum pump (14a, 14b) having a second maximum pumping speed, the first and second rough vacuum pumps (13a, 13b, 14a, 14b) being mounted in parallel and configured to simultaneously pump the enclosure (2) of the load lock of the substrate, **characterized in that** the first rough vacuum pump (13a, 13b) has pumping characteristics that are different from the second rough vacuum pump (14a, 14b), the difference between the first and second maximum pumping speeds being greater than 500 m³/h.
3. Pumping system according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first maximum pumping speed (S1) is equal to or greater than 2000 m³/h and the second maximum pumping speed (S2) is less than 2000 m³/h.
4. Pumping system according to one of the preceding claims, **characterized in that** the difference between the first maximum pumping speed (S1) and the second maximum pumping speed (S2) is between 500 and 3500 m³/h.
5. Pumping system according to one of the preceding claims, **characterized in that** it has at least two rough vacuum pumps (13a, 13b; 14a, 14b) or at least two roughing pump units (9a, 9b; 10a, 10b) that have substantially identical pumping characteristics.
6. Method for reducing pressure in an enclosure (2) of a load lock using a pumping system (1) according to Claim 1, **characterized in that** the enclosure (2) of the load lock of the substrate is pumped simultaneously using at least a first roughing pump unit (9a, 9b) having a first maximum pumping speed (S1) and a second roughing pump unit (10a, 10b) having a second maximum pumping speed (S2), said roughing pump units (9a, 9b, 10a, 10b) being mounted in

parallel and having different pumping characteristics, the difference between the first and second maximum pumping speeds being greater than 500 m³/h.

5

7. Method for reducing pressure in an enclosure (2) of a load lock using a pumping system (1') according to Claim 2, **characterized in that** the enclosure (2) of the load lock of the substrate is pumped simultaneously using at least a first rough vacuum pump (13a, 13b) having a first maximum pumping speed and a second rough vacuum pump (14a, 14b) having a second maximum pumping speed, said rough vacuum pumps (13a, 13b, 14a, 14b) being mounted in parallel and having different pumping characteristics, the difference between the first and second maximum pumping speeds being greater than 500 m³/h.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

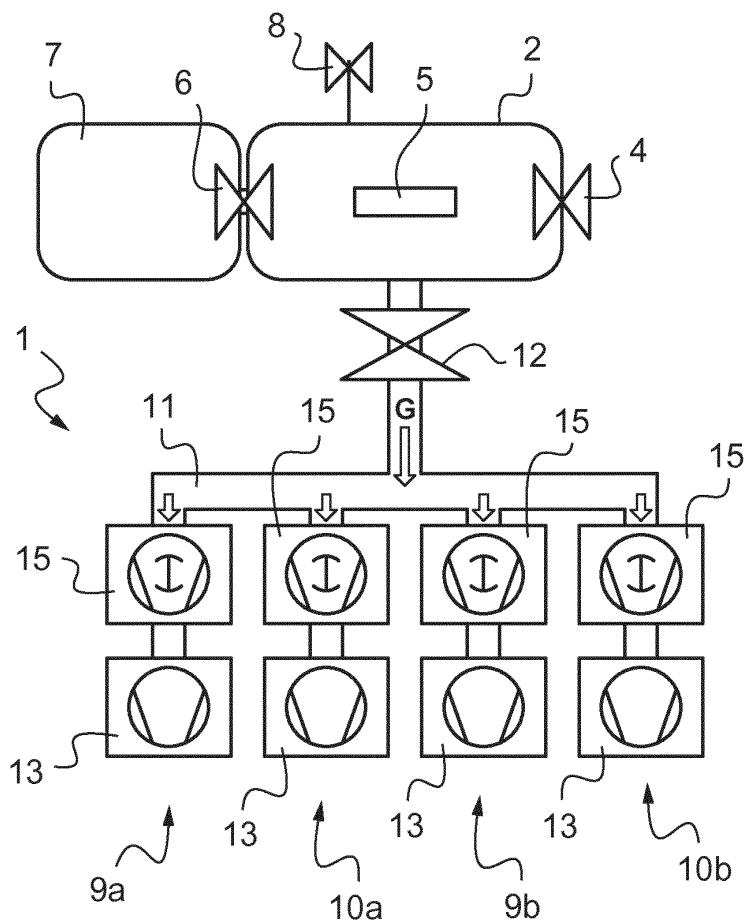


Fig.2

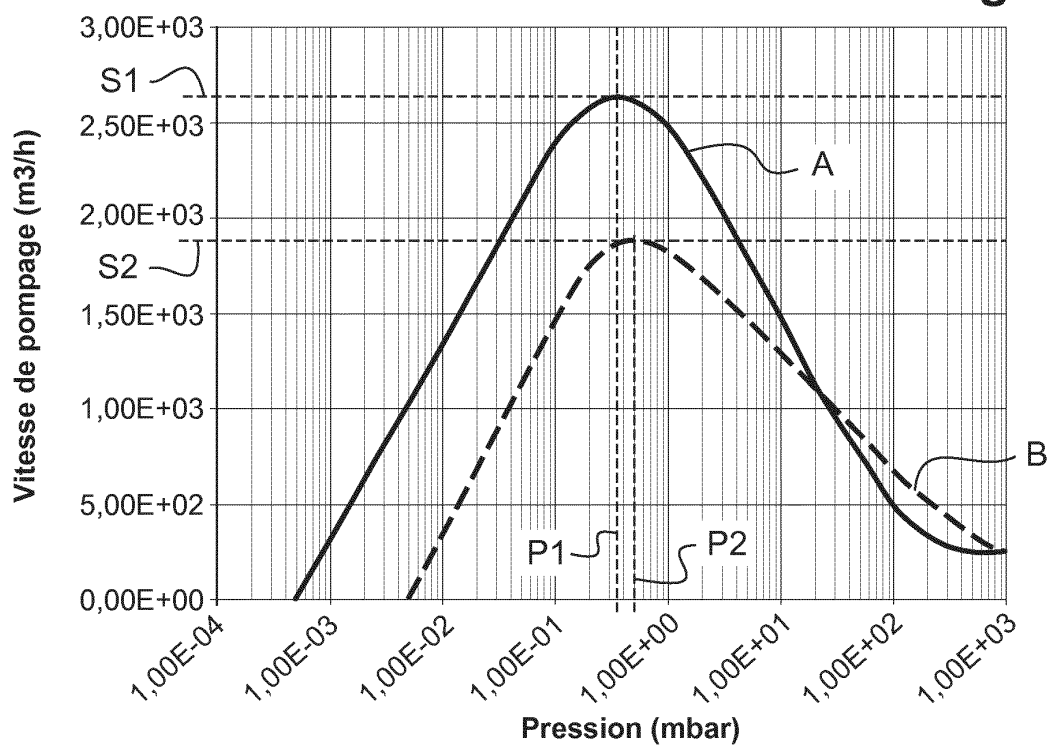
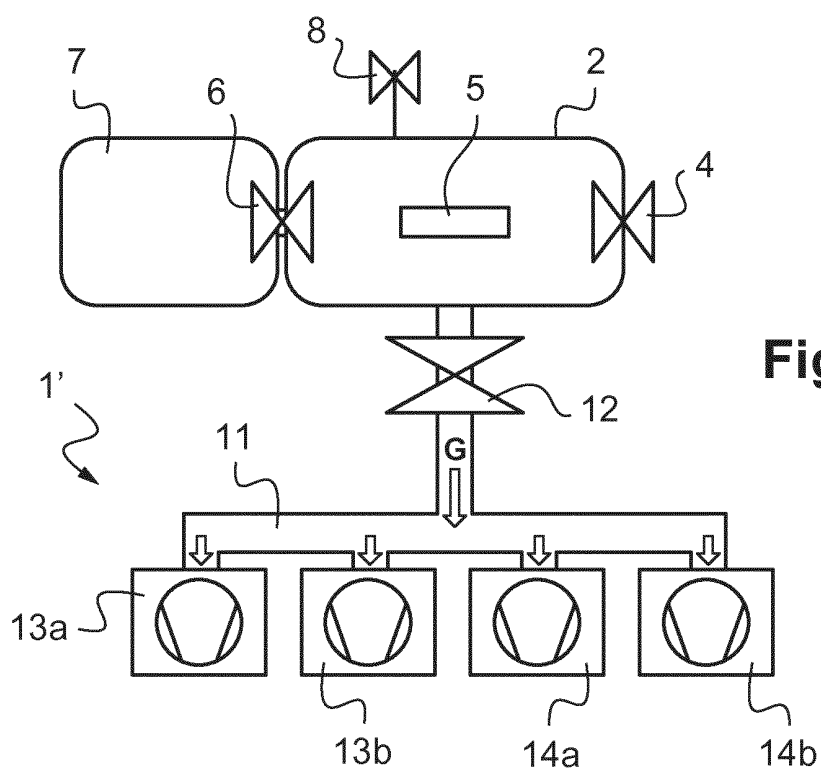
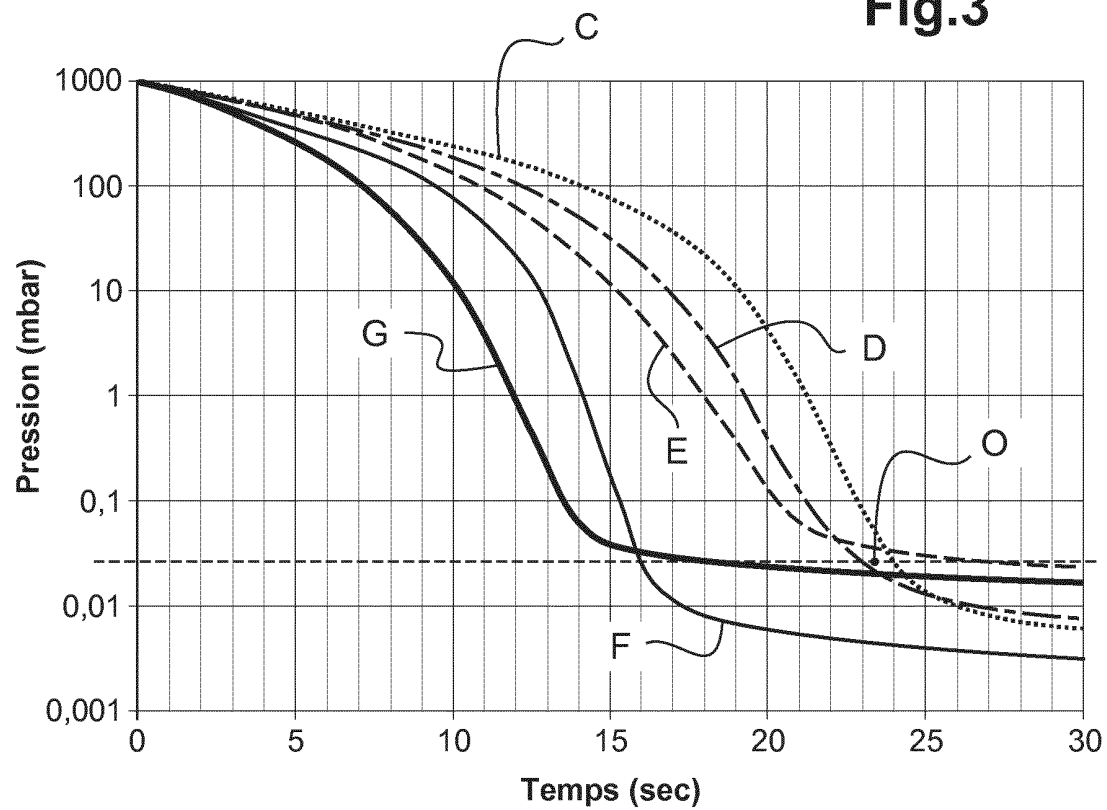


Fig.3**Fig.4**

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

- DE 19500823 [0008]