

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 08.09.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.03.12 Bulletin 12/10.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : ALCATEL LUCENT Société anonyme
— FR.

72 Inventeur(s) : FAVRE ARNAUD, HADJ RABAH
SMAIL et BOUNOUAR JULIEN.

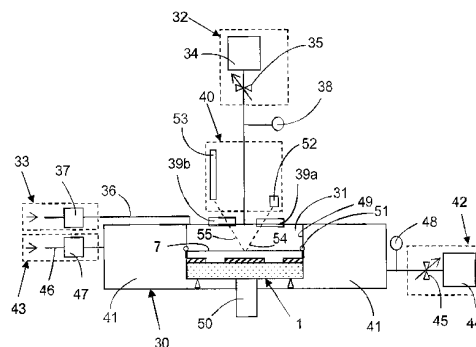
73 Titulaire(s) : ALCATEL LUCENT Société anonyme.

74 Mandataire(s) : CABINET INNOVINCIA.

54 PROCEDE ET DISPOSITIF DE DEPOLLUTION D'UN PHOTOMASQUE PELLICULE.

57 La présente invention a pour objet un dispositif de dépollution d'un environnement confiné non étanche (1), ayant une fuite naturelle (6) et comportant un espace intérieur (9) limité par une paroi (7), comprenant une enceinte de dépollution (11, 30), des moyens de pompage de gaz (32, 42) et des moyens d'introduction de gaz (33, 43). L'enceinte de dépollution (11, 30) comporte au moins deux chambres (12, 13; 31, 41) séparées par une paroi (14, 49) étanche. Une première chambre (12, 31) est constituée par la partie de l'enceinte située au contact de la paroi (7) de l'environnement confiné non étanche (1), et coopère avec des premiers moyens de pompage (32) et des premiers moyens d'introduction (33) de gaz, et une deuxième chambre (13, 41) est constituée par la partie de l'enceinte située au contact de la fuite naturelle (6) de l'environnement confiné non étanche (1), et coopère avec des deuxièmes moyens de pompage (42) et des deuxièmes moyens d'introduction (43) de gaz. Les premiers et deuxièmes moyens de pompage (32) et (42) de gaz ont une capacité de pompage qui peut varier indépendamment, et les premiers et deuxièmes moyens d'introduction (33) et (43) de gaz ont un débit d'injection de gaz qui peut varier indépendamment. Le dispositif de dépollution comprend aussi des moyens de contrôle de l'écart de pression entre l'espace intérieur (9) et la première chambre

(12, 31).



Procédé et dispositif de dépollution d'un photomasque pelliculé

La présente invention se rapporte à un procédé pour éliminer la pollution moléculaire se trouvant sous la pellicule d'un photomasque, et au dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé.

5 Un photomasque est équivalent à un négatif en photographie : sa surface active contient une information à imprimer sur un support. Il est utilisé en transmission pour des insulations et impressions sur des substrats semiconducteurs. Un rayonnement incident est focalisé sur la surface active du photomasque, et les motifs contenus dans la surface active sont alors reproduits sur le substrat. La pollution du photomasque a un effet direct
10 sur l'image imprimée sur le substrat avec l'impression d'un défaut. L'industrie du semi-conducteur cherche à réduire la dimension de l'image inscrite afin d'obtenir des composants électroniques toujours plus petits, intégrables et moins coûteux. Les dimensions des photomasques se réduisant, les exigences en matière de pollution deviennent de plus en plus strictes. Le photomasque est donc un élément clef, cher et
15 complexe que l'on cherche à conserver propre et opérationnel.

A la fin de sa fabrication, le photomasque est nettoyé et inspecté. S'il est propre et sans défauts, une pellicule est appliquée sur le photomasque afin de protéger sa surface active. Les polluants susceptibles de se déposer sur la face active du photomasque vont ainsi se déposer sur la pellicule. La pellicule a donc pour but de
20 protéger le photomasque pendant sa vie chez l'utilisateur. Le pelliculage consiste en un dépôt d'une membrane optique (surfaces multicouches parallèles) ayant une bonne transmission et un impact réduit sur les rayons optiques qui la traversent. Cette pellicule est le plus souvent collée sur le pourtour de la surface active du photomasque, et séparée de celle-ci par un espace. L'atmosphère sous la pellicule est alors isolée de
25 l'atmosphère de la boîte de transport du photomasque. Pour éviter que la pellicule ne se déforme, des orifices à filtres de faible conductance sont prévus sur les côtés de la pellicule. Ces orifices, jouant le rôle de fuite naturelle, assurent un équilibrage de la pression entre l'atmosphère confinée sous la pellicule et l'atmosphère extérieure.

On s'est récemment aperçu que des polluants pouvaient encore être présents
30 sous la pellicule. L'utilisation intensive des photomasques peut provoquer des défauts sur la face active du photomasque. Ces défauts proviennent d'une réaction entre les gaz

présents entre le substrat et la pellicule. Par exemple, des phénomènes de croissance cristalline, notamment des cristaux de sulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, peuvent se développer entre la face active du photomasque et la pellicule, dans la zone de focalisation. Ces phénomènes, amplifiés avec la diminution de la taille des technologies, ont un effet direct sur les étapes de lithographies (impression de défauts).

Leur situation sous la pellicule rend le nettoyage difficile. Le nettoyage d'un photomasque déjà muni de sa pellicule est long, complexe et coûteux car il est souvent nécessaire d'enlever la pellicule pour le nettoyage, puis de la redéposer. Cette opération délicate doit être effectuée par les fabricants de photomasques et non par les utilisateurs, ce qui provoque une perte de temps et des coûts supplémentaires importants de gestion des stocks liés à la durée de vie raccourcie des photomasques. Il est donc obligatoire pour les utilisateurs intensifs de photomasques, de s'assurer que l'environnement sous la pellicule est exempt de toute pollution moléculaire.

Pour assurer une dépollution moléculaire efficace d'un photomasque sans qu'il soit nécessaire d'ôter la pellicule, on a proposé un procédé comportant un pompage de l'atmosphère intérieure d'un tel environnement confiné non étanche, puis le rétablissement de la pression atmosphérique sans ouvrir l'environnement confiné afin d'éviter toute manœuvre susceptible de générer notamment une pollution particulaire. Les gaz passent de l'intérieur vers l'extérieur de l'environnement non étanche, et vice versa, par une fuite naturelle. Dans le cas d'un photomasque, le passage des gaz s'effectue par les orifices à filtres de faible conductance prévus sur les côtés de la pellicule.

Mais il faut alors prévoir des moyens pour éviter la détérioration éventuelle des parois de l'environnement confiné non étanche car ces parois ne sont pas susceptibles de supporter, sans dégradation, des pressions différentielles significatives. Dans le cas d'un photomasque, la pellicule subit des dommages à partir du moment où les contraintes, qui lui sont appliquées, entraînent une déformation au-delà de sa limite élastique. Cette limite dépend du type de pellicule qui n'est pas identique d'un photomasque à l'autre. Habituellement une pellicule ne peut pas supporter une pression différentielle supérieure à 1 Pa environ, car la déformation de la pellicule ne peut excéder deux millimètres, en concavité ou en convexité, sans dommage.

Pour éviter ces dommages, la descente en pression peut être ajustée de manière à ce que l'écart de pression entre l'intérieur et l'extérieur de l'environnement confiné non étanche soit à tout moment inférieur à l'écart de pression provoquant une

déformation mécanique risquant d'endommager la paroi. Pour un photomasque, la descente en pression pour passer de 1000 mbar à 10 mbar suivie de la remontée à pression atmosphérique nécessite plus de 5 heures dans ces conditions. On comprend qu'il n'est pas possible d'accélérer significativement ce procédé sans endommager le photomasque. Toutefois ce temps est beaucoup trop long pour répondre au besoin industriel. En pratique, ce temps ne devrait pas excéder 30 minutes pour être mis en œuvre, en particulier dans les usines de fabrications de puces électroniques.

La présente invention a aussi pour but de proposer un dispositif et un procédé permettant une dépollution moléculaire efficace d'un environnement confiné non étanche dans un délai moindre que par les procédés connus, délai qui doit être suffisamment court pour être compatible avec les contraintes de production.

L'invention a aussi pour but de proposer un dispositif et un procédé permettant la dépollution moléculaire d'un environnement confiné non étanche sans nécessiter son ouverture et sans endommager les parois ayant une faible résistance à la différence de pression.

L'invention a encore pour but de proposer un dispositif et un procédé pour l'élimination efficace des composés polluants se trouvant entre la surface active et la pellicule d'un photomasque, sans enlever la pellicule et nécessitant une durée moindre que par les procédés connus.

L'objet de la présente invention est un dispositif de dépollution d'un environnement confiné non étanche, ayant une fuite naturelle et comportant un espace intérieur limité par une paroi, comprenant

- une enceinte de dépollution apte à contenir l'environnement confiné non étanche,
- des moyens de pompage de gaz hors de l'enceinte de dépollution,
- des moyens d'introduction de gaz dans l'enceinte de dépollution,

L'enceinte de dépollution comporte au moins deux chambres séparées par une paroi séparatrice étanche apte à résister à la différence de pression entre les deux chambres :

- une première chambre constituée par la partie de l'enceinte située au contact de la paroi de l'environnement confiné non étanche, et coopérant avec des premiers moyens de pompage et des premiers moyens d'introduction de gaz,

- une deuxième chambre constituée par la partie de l'enceinte située au contact de la fuite naturelle de l'environnement confiné non étanche, et coopérant avec des deuxièmes moyens de pompage et des deuxièmes moyens d'introduction de gaz, les premiers et deuxièmes moyens de pompage de gaz ayant une capacité de pompage qui peut varier indépendamment, et les premiers et deuxièmes moyens d'introduction de gaz ayant un débit d'injection de gaz qui peut varier indépendamment, et le dispositif de dépollution comprenant des moyens de contrôle de l'écart entre la pression dans l'espace intérieur de l'environnement confiné non étanche et la pression dans la première chambre.

10 Pour accélérer de manière significative la dépollution moléculaire d'un environnement confiné non étanche, il s'agit de maintenir la pression dans l'espace intérieur de l'environnement confiné non étanche la plus proche possible de celle régnant à l'extérieur, dans la première chambre, pendant tout le déroulement de l'opération de dépollution. Grâce à ce dispositif et au procédé associé, il est possible d'atteindre une durée de dépollution de quelques minutes (10 à 30 mn par exemple) à quelques heures (1 à 5 heures par exemple) 15 suivant la pression à atteindre et l'optimisation du procédé.

Avantageusement la première chambre a un volume inférieur au volume de la deuxième chambre. En effet le volume de la première chambre doit conserver une pression la plus proche possible de la pression régnant dans l'espace intérieur de 20 l'environnement confiné non étanche afin d'éviter la déformation de sa paroi. Pour améliorer la réactivité dans l'ajustement de la pression, le volume de la première chambre doit être le plus petit possible.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, la première chambre comporte des hublots transparents à la lumière.

25 Selon un aspect préférentiel, le dispositif comporte des moyens de mesure de la déformation de la paroi de l'environnement confiné non étanche.

Les moyens de mesure de la déformation de la paroi peuvent comprendre un laser qui émet un faisceau de lumière en direction de la paroi de l'environnement confiné non étanche et un photorécepteur qui reçoit le faisceau de lumière réfléchi par la paroi 30 de l'environnement confiné non étanche.

Selon une forme particulière d'exécution, les moyens de contrôle de l'écart entre la pression dans l'espace intérieur de l'environnement confiné non étanche et la pression

dans la première chambre sont des moyens de mesure de la déformation de la paroi de l'environnement confiné non étanche.

Selon un autre mode de réalisation, le dispositif comporte en outre des moyens de commande pour adapter la vitesse de pompage dans chacune des chambres indépendamment. Pour faire varier la capacité de pompage des moyens de pompage, on peut contrôler la vitesse de rotation du moteur du groupe de pompage et/ou l'ouverture d'une vanne à conductance variable, par exemple.

Selon encore un autre mode de réalisation, le dispositif comporte en outre des moyens de commande pour adapter le débit d'injection de gaz dans chacune des chambres indépendamment. Pour faire varier le débit d'injection de gaz dans la chambre de dépollution, on peut contrôler le flux gazeux entrant au moyen d'un débitmètre massique et/ou par l'ouverture d'une vanne à conductance variable, par exemple.

L'invention a aussi pour objet un procédé de dépollution d'un environnement confiné non étanche, ayant une fuite naturelle et comportant un espace intérieur limité par une paroi, au moyen du dispositif précédemment décrit comprenant les étapes suivantes :

- on place l'environnement confiné non étanche dans une enceinte de dépollution comportant deux chambres séparées par une paroi séparatrice étanche,
- on réalise l'étanchéité de la paroi séparatrice sur l'environnement confiné non étanche,
- on pompe le gaz contenu dans la première chambre et le gaz contenu dans la deuxième chambre simultanément, en ajustant la descente en pression dans chacune des chambres indépendamment, de telle sorte que l'écart entre la pression dans l'espace intérieur de l'environnement confiné non étanche et la pression dans la première chambre soit à tout moment inférieur à l'écart de pression susceptible de provoquer une déformation mécanique de nature à endommager la paroi de l'environnement confiné non étanche,
- on arrête le pompage lorsque la pression dans l'espace intérieur de l'environnement confiné non étanche atteint la valeur P_0 souhaitée à basse pression,
- on introduit du gaz dans la première chambre et dans la deuxième chambre simultanément, en ajustant la montée en pression dans chacune des chambres indépendamment, de telle sorte que l'écart entre la pression dans l'espace intérieur de l'environnement confiné non étanche et la pression dans la première chambre soit à tout moment inférieur à l'écart de pression susceptible de provoquer une déformation mécanique de nature à endommager la paroi de l'environnement confiné non étanche,

- lorsqu'on a atteint la pression atmosphérique, on extrait l'environnement confiné non étanche de l'enceinte de dépollution.

Selon un premier mode de réalisation, une fois atteinte la valeur P0 souhaitée à basse pression, on laisse reposer l'environnement confiné non étanche à basse pression
5 avant d'effectuer la remontée en pression.

La durée de repos à basse pression peut être de plusieurs minutes, et de préférence d'au moins 15 minutes pour réaliser une dépollution complète. Si on souhaite réaliser une simple purge, cette durée peut être beaucoup plus courte, voire nulle.

Selon un deuxième mode de réalisation, une fois atteinte la valeur P0 souhaitée
10 à basse pression, on entame immédiatement la remontée en pression.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation, donné bien entendu à titre illustratif et non limitatif, et dans le dessin annexé sur lequel

- la figure 1 est une coupe schématique d'un photomasque muni de sa pellicule,
15 - la figure 2 montre en coupe un photomasque dans une enceinte de dépollution selon un mode de réalisation de l'invention,

- la figure 3 illustre schématiquement un dispositif de dépollution selon un mode de réalisation de la présente invention utilisé pour dépolluer des photomasques pelliculés,

20 - la figure 4 illustre schématiquement l'évolution de la pression dans l'espace intérieur sous la pellicule au cours de l'enchaînement des différentes étapes du procédé, la pression P3 dans l'espace intérieur de l'environnement confiné non étanche est indiquée en ordonnée et en abscisse le déroulement du procédé dans le temps T.

Sur ces figures, les éléments identiques portent les mêmes numéros de
25 référence.

Un photomasque **1** est représenté schématiquement sur la figure 1. Le motif est reproduit, au moyen d'un faisceau laser ou électronique par exemple, sur un substrat **2** qui est par exemple en quartz **3** revêtu d'une couche de chrome **4** sur laquelle les motifs sont gravés. Par exemple le substrat est un carré de 152 mm de côté et de 6,35 mm
30 d'épaisseur. Le photomasque **1**, une fois gravé, est décapé pour éliminer les sous-produits de la réaction d'attaque. Le photomasque **1** obtenu subit alors plusieurs opérations successives de nettoyage, de contrôle et de réparation éventuelle. Le

substrat **2** est entouré d'un cadre **5** d'environ 2-6 mm d'épaisseur. Le cadre **5** est notamment un cadre métallique, par exemple en aluminium anodisé. Après un nettoyage final, une pellicule protectrice **7** est appliquée sur le substrat **2** et fixée sur la surface supérieure **8** du cadre **5** afin de séparer l'espace intérieur **9** compris entre le substrat **2** et la pellicule **7** de l'environnement extérieur. Son but est de protéger la phase active du photomasque **1** d'une éventuelle pollution particulaire, tout en étant positionnée en dehors de la zone de focalisation. Le cadre **5** peut avoir plusieurs géométrie (rectangulaire, incurvée, octogonale...).

La face latérale **10** du cadre **5** porte des orifices **6**, d'environ 1 mm de diamètre, permettant de maintenir une pression sous la pellicule du même ordre que la pression extérieure. Ces orifices **6** comportent des filtres de faible conductance assurant la fonction de fuite naturelle. Ces orifices **6** sont au nombre de 1 à 4 par exemple. Cette fuite naturelle a nécessairement une faible conductance pour assurer la protection de l'atmosphère intérieure de l'espace intérieur **9** limité par la surface active du photomasque **1** et la pellicule **7**. On comprend donc qu'un pompage trop rapide de l'enceinte de dépollution étanche risque d'abaisser trop rapidement la pression gazeuse autour du photomasque **1**. Les gaz contenus dans l'espace intérieur **9** n'ont pas le temps de s'échapper par les orifices **6**. L'atmosphère intérieure de l'espace intérieur **9** se trouve alors à une pression plus élevée que l'atmosphère extérieure dans l'enceinte, soumettant la pellicule **7** à une pression différentielle dans le sens de l'intérieur vers l'extérieur. Le risque d'apparition de pressions différentielles excessives existe également lors des étapes de remontée en pression. Les gaz introduits dans l'enceinte font remonter rapidement la pression gazeuse, alors qu'ils pénètrent plus lentement à travers la fuite naturelle **6** du photomasque **1**. Il apparaît alors une pression différentielle dans le sens de l'extérieur vers l'intérieur. Une pression différentielle excessive applique une contrainte mécanique qui peut endommager la pellicule **7**.

Dans le mode de réalisation de l'invention illustré sur la figure 2, on a représenté schématiquement un environnement confiné non étanche, ici le photomasque **1** dans une enceinte de dépollution **11**. L'enceinte de dépollution **11** comporte deux chambres de dépollution **12** et **13** séparées par une paroi **14** étanche résistante à la différence de pression. La première chambre **12** étanche occupe la partie de l'enceinte située au contact de la pellicule **7** du photomasque **1**. Il n'existe pas de communication entre la chambre **12** et l'orifice **6**, afin de confiner totalement l'environnement au-dessus de la pellicule. La deuxième chambre **13** étanche occupe la partie de l'enceinte **11** en relation

avec les orifices **6** du photomasque **1** englobant ainsi l'environnement extérieur à la chambre **12**.

Chacune des chambres **12**, **13** peut donc être vidée (flèches **15**) ou remplie (flèches **16**) de gaz indépendamment l'une de l'autre ; par conséquent la pression **P1** dans la première chambre **12** peut être différente de la pression **P2** régnant dans la deuxième chambre **13**. La pression **P1** dans la première chambre **12** est ajustée continûment à la pression **P3** régnant dans l'espace intérieur **9** sous la pellicule **7**, de telle sorte que la différence de pression subie par la pellicule **7** reste faible, de préférence inférieure à 1 Pa. En conséquence dans la deuxième chambre **13**, la descente en pression peut être rapide afin d'extraire les gaz pollués (flèche **17**) de l'espace intérieur **9** au travers des filtres **6** à faible conductance.

On comprend l'importance de l'étanchéité entre les deux chambres **12** et **13**. L'étanchéité de la paroi séparatrice **14** sur le photomasque **1** peut être réalisée sur la face supérieure **8** ou sur la face latérale **10** du cadre **5** au-dessus des orifices munis de filtres **6**. Dans le cas présent, l'étanchéité de la paroi séparatrice **14** sur le photomasque **1** est réalisée par exemple au moyen d'un joint **18** sur la face latérale **10** du cadre **5**. Les chambres **12**, **13** ont de préférence des parois métalliques dont la bonne résistance à la pression permet une grande liberté dans le pilotage indépendant des pressions **P1** dans la première chambre **12** et **P2** dans la deuxième chambre **13**.

On considérera maintenant la figure 3 qui illustre un mode de réalisation avantageux du dispositif comportant une enceinte de dépollution **30**, selon la présente invention.

Une première chambre **31** étanche de volume intérieur **V1** occupe la partie de l'enceinte **30** située au contact de la pellicule **7** du photomasque **1** et coopère avec des premiers moyens de pompage **32** et des premiers moyens d'introduction **33** de gaz qui lui sont propres. Les moyens de pompage **32**, aptes à pomper les gaz hors de la première chambre **31**, comportent un groupe de pompage **34**, relié à la première chambre **31** par un conduit comprenant une vanne **35** à débit variable. Les moyens d'introduction **33**, aptes à introduire un débit de gaz dans la première chambre **31**, sont reliés à la première chambre **31** par un conduit **36** comprenant un contrôleur de flux **37**, tel qu'un débitmètre massique ou une vanne à débit variable. La première chambre **31** est aussi équipée d'une gauge de pression **38**. Des moyens de contrôle (non représenté) de l'écart entre la pression **P3** dans l'espace intérieur **9** sous la pellicule **7** du

photomasque **1** et la pression **P1** dans la première chambre **31** permettent de commander la vanne **35** ou le contrôleur de flux **37** selon l'étape du procédé.

De préférence, deux hublots **39a** et **39b** transparents à la lumière sont insérés dans la paroi de la première chambre **31** qui fait face à la pellicule **7** du photomasque **1**.
 5 La première chambre **31** peut comporter en outre des moyens de mesure **40** de la déformation de la pellicule **7**.

Une deuxième chambre **41** étanche de volume intérieur **V2** occupe la partie de l'enceinte située au contact des orifices **6** du cadre **5** du photomasque **1** et coopère avec des deuxièmes moyens de pompage **42** et des deuxième moyens d'introduction **43** de
 10 gaz qui lui sont propres. Les moyens de pompage **42**, aptes à pomper les gaz hors de la chambre **41**, comportent un groupe de pompage **44**, relié à la deuxième chambre **41** par un conduit comprenant une vanne **45** à débit variable. Les moyens d'introduction **43**, aptes à introduire un débit de gaz dans la chambre **41**, sont reliés à la chambre **41** par un conduit **46** comprenant un contrôleur de flux **47**, tel qu'un débitmètre massique ou
 15 une vanne à débit variable. La deuxième chambre **41** est aussi équipée d'une gauge de pression **48**. La chambre **41** est séparée de la première chambre **31** par une paroi **49** étanche.

A l'intérieur de la chambre **41**, le photomasque **1** est maintenu par des moyens de positionnement **50**, comportant par exemple un vérin. Ces moyens de
 20 positionnement **50** permettent notamment d'ajuster la hauteur du photomasque **1** en vue d'assurer une bonne étanchéité entre le cadre **5** du photomasque **1** et la paroi séparatrice **49**, en contact grâce aux joints **51**.

Le dispositif de dépollution qui vient d'être décrit est utilisé pour la mise en œuvre d'un procédé de dépollution illustré par la figure 4.

25 Afin d'effectuer la dépollution du photomasque **1**, son positionnement vis-à-vis de la paroi séparatrice **49** est ajusté par les moyens de positionnement **50** pour assurer une complète étanchéité entre les deux chambre **31** et **41**. Les gaz sont alors pompés dans les chambres **31** et **41** (courbe 60) par les moyens de pompage **32** et **42** respectivement (étape A). Les moyens de pompage **32** et **42** ont une capacité de
 30 pompage variable La régulation de la pression dans chaque chambre **31**, **41** est réalisée grâce à une vanne **35**, **45** à conductance variable, placée dans le flux d'aspiration, qui est réglables en ouverture. L'ouverture plus ou moins importante de chacune des vannes **35**, **45** permet un pompage plus ou moins rapide dans chacune des chambres **31**, **41** respectivement de manière totalement indépendante. Les gaz présents

dans l'espace intérieur **9** sont ainsi extraits par les orifices **6** munis de filtres de faible conductance, sans enlever la pellicule.

Des moyens de commande (non représentés) sont prévus pour adapter la capacité de pompage de chaque groupe de pompage **32** et **42**. Ces moyens de commande sont pilotés par des moyens de contrôle de l'écart entre la pression **P3** dans l'espace intérieur **9** sous la pellicule **7** du photomasque **1** et la pression **P1** dans la première chambre **31**. Les moyens de contrôle de l'écart de pression entre l'espace intérieur **9** et la première chambre **31** sont de préférence des moyen de mesure **40** de la déformation de la pellicule **7** qui est représentative de l'écart de pression ΔP entre la pression **P1** dans le volume intérieur **V1** de la première chambre **31** et la pression **P3** dans le volume **V3** de l'espace intérieur **9**, en communication avec le volume intérieur **V2** de la deuxième chambre **41** dans lequel règne une pression **P2**. Le pilotage est effectué de manière à ce que la valeur mesurée $P3 - P1$ de l'écart de pression ΔP soit à tout moment inférieure à la valeur seuil de l'écart de pression qui risquerait de provoquer une déformation mécanique susceptible d'endommager la pellicule **7**. Le gaz est extrait de l'espace intérieur **9** au travers des orifices **6** à filtres de faible conductance ménagés dans le cadre **5** supportant la pellicule **7** du photomasque **1**, sans qu'il soit nécessaire d'enlever la pellicule **7**.

Dû à la conductance des orifices **6**, la pression **P3** dans l'espace intérieur **9** est plus importante que la pression **P2** dans la deuxième chambre **41**. Il est possible de tenir compte de cette différence de pression lors du pompage dans la deuxième chambre **41**, et donc de réguler la pression **P2** pour qu'elle soit toujours légèrement inférieure à la pression **P1** dans la première chambre **31**. De ce fait, la pression **P3** dans l'espace intérieur **9** peut être maintenue à tout moment à une valeur du même ordre que celle de la pression **P1** dans la première chambre **31**. Par conséquent la déformation mécanique de la pellicule **7** reste assez faible pour ne pas entraîner de dommage. Connaissant la conductance des filtres **6**, il est possible de calculer exactement la différence de pression $P3 - P2$ qu'elle entraîne, afin de réguler la capacité de pompage des moyens de pompage **42** de la deuxième chambre **41** en fonction de la pression **P1** dans la première chambre **31**.

Les moyens de mesure **40** de la déformation, visibles sur la figure 3, permettent de contrôler la déformation de la pellicule **7** grâce à l'utilisation d'un laser **52** et d'un photorécepteur **53** comportant un groupe de cellules photo-réceptrices. Le laser **52** émet un faisceau de lumière **54** rectiligne, de quelques millimètres de largeur, en direction de

la pellicule **7** (préférentiellement en direction de son centre) avec un angle de quelques degrés par rapport à une direction perpendiculaire à la surface de la pellicule **7**. Le faisceau lumineux incident **54** traverse le hublot **39a** et se réfléchit sur la surface de la pellicule **7**. Le faisceau de lumière réfléchi **55** traverse le hublot **39b** et atteint le photorécepteur **53**. Le laser **52** et le photorécepteur **53** étant en position fixe, une déformation de la pellicule **7** se traduit directement par le déplacement du faisceau de lumière réfléchi **55** qui est reçu par le photorécepteur **53**.

Il est donc possible d'utiliser les moyens de mesure **40** de la déformation de la pellicule pour s'assurer que la pression **P3** dans l'espace intérieur **9** est très peu différente de la pression **P1** dans la première chambre **31**. Les moyens de mesure **40** de la déformation de la pellicule **7** peuvent ainsi être utilisés pour ajuster la vitesse de pompage dans l'une ou l'autre des chambres **31** et **41** en fonction de la déformation observée de la pellicule **7**.

Une fois atteinte une pression **P3** dans l'espace intérieur **9** égale à la pression **P0** suffisamment basse que l'on s'est fixé, on peut ménager un temps de repos (étape B) afin de compléter la désorption des espèces polluantes (courbe 61). Pour avoir un résultat significatif au point de vue de la dépollution, il est préférable que ce temps de repos soit d'au moins 15 mn. Bien entendu si la pollution est très faible, on peut préférer effectuer une simple purge qui nécessite un temps de repos plus bref, voire même aucun temps de repos. Dans ce dernier cas, la remontée en pression peut avoir lieu immédiatement après l'arrêt du pompage (courbe 62).

A la suite d'un temps de repos par exemple, on réalise une remontée à la pression atmosphérique **Patm** (courbe 63) dans l'enceinte **30** en injectant un gaz, ou mélange de gaz, dans les chambres **31** et **41** simultanément (étape C). Le gaz est introduit dans l'espace intérieur **9** par les orifices **6** munis de filtres de faible conductance, sans enlever la pellicule. Des moyens de commande (non représentés), tel qu'un contrôleur de flux, sont prévus pour adapter le débit de gaz injecté indépendamment par chacun des moyens d'introduction **33** et **43**. La grandeur plus ou moins importante du flux d'injection permet une remontée à pression atmosphérique plus ou moins rapide. Ces moyens de commande sont pilotés par des moyens de contrôle (non représenté) de l'écart entre la pression dans l'espace intérieur **9** sous la pellicule **7** du photomasque **1** et la pression dans la première chambre **31**. Les moyens de contrôle de l'écart entre la pression dans l'espace intérieur **9** et la première chambre **31** sont de

préférence des moyen de mesure **40** de la déformation de la pellicule **7** en fonction de l'écart de pression ΔP entre la première chambre **31** et l'espace intérieur **9** en communication avec la deuxième chambre **41**. Le gaz est introduit de l'espace intérieur **9** au travers des orifices **6** à filtres de faible conductance ménagés dans le cadre **5** supportant la pellicule **7** du photomasque **1**, sans qu'il soit nécessaire d'enlever la pellicule **7**. Une fois la pression atmosphérique rétablie dans les chambres **31** et **41** et dans l'espace intérieur **9**, le photomasque peut être écarté des moyens de positionnement **50**, et enfin sorti de l'enceinte de dépollution.

10 Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art sans que l'on s'écarte de l'esprit de l'invention. En particulier, on pourra sans sortir du cadre de l'invention modifier la forme et le volume des chambres de dépollution, utiliser tout moyen connu de contrôle et/ou de comparaison des pressions dans les chambres
15 de dépollution et dans l'espace intérieur de l'environnement confiné non étanche.

REVENDECATIONS

1. Dispositif de dépollution d'un environnement confiné non étanche (1), ayant une fuite naturelle (6) et comportant un espace intérieur (9) limité par une paroi (7), comprenant
 - 5 - une enceinte de dépollution (11, 30) apte à contenir l'environnement confiné non étanche (1),
 - des moyens de pompage de gaz (32, 42) hors de l'enceinte de dépollution (11),
 - des moyens d'introduction de gaz (33, 43) dans l'enceinte de dépollution (11),caractérisé en ce que l'enceinte de dépollution (11, 30) comporte au moins deux
 - 10 chambres (12, 13 ; 31, 41) séparées par une paroi séparatrice (14, 49) étanche apte à résister à une différence de pression entre les deux chambres (12, 13 ; 31, 41),
 - une première chambre (12, 31) constituée par la partie de l'enceinte située au contact de la paroi (7) de l'environnement confiné non étanche (1), et coopérant avec des premiers moyens de pompage (32) et des premiers moyens d'introduction (33) de gaz,
 - 15 - une deuxième chambre (13, 41) constituée par la partie de l'enceinte située au contact de la fuite naturelle (6) de l'environnement confiné non étanche (1), et coopérant avec des deuxièmes moyens de pompage (42) et des deuxièmes moyens d'introduction (43) de gaz,les premiers et deuxièmes moyens de pompage (32) et (42) de gaz ayant une capacité
 - 20 de pompage qui peut varier indépendamment, et les premiers et deuxièmes moyens d'introduction (33) et (43) de gaz ayant un débit d'injection de gaz qui peut varier indépendamment,et en ce que le dispositif de dépollution comprend des moyens de contrôle de l'écart entre la pression P3 dans l'espace intérieur (9) de l'environnement confiné non
 - 25 étanche (1) et la pression P1 dans la première chambre (12, 31).
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la première chambre (12, 31) a un volume V1 inférieur au volume V2 de la deuxième chambre (13, 41).
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel la première chambre (12, 31) comporte des hublots (39a, 39b) transparents à la lumière.

4. Dispositif selon la revendication 3, comportant des moyens de mesure (40) de la déformation de la paroi (7) de l'environnement confiné non étanche (1).
5. Dispositif selon la revendication 4, dans lequel les moyens de mesure (40) de la déformation de la paroi (7) comprennent un laser (52) qui émet un faisceau de lumière en direction de la paroi (7) de l'environnement confiné non étanche (1) et un photorécepteur (53) qui reçoit le faisceau de lumière réfléchi par la paroi (7) de l'environnement confiné non étanche (1).
6. Dispositif selon l'une des revendications 4 et 5, dans lequel les moyens de contrôle de l'écart entre la pression P3 dans l'espace intérieur (9) de l'environnement confiné non étanche (1) et la pression P1 dans la première chambre (12, 31) sont des moyens de mesure de la déformation de la paroi de l'environnement confiné non étanche.
7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comportant en outre des moyens de commande pour adapter la vitesse de pompage dans chacune des chambres (12, 13 ; 31, 41) indépendamment.
8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comportant en outre des moyens de commande pour adapter le débit d'injection de gaz dans chacune des chambres (12, 13 ; 31, 41) indépendamment.
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comportant en outre des moyens de positionnement (50) de l'environnement confiné non étanche (1) à l'intérieur de l'enceinte de dépollution (11, 30).
10. Procédé de dépollution d'un environnement confiné non étanche (1), ayant une fuite naturelle (6) et comportant un espace intérieur (9) limité par une paroi (7), au moyen du dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant
 - on place l'environnement confiné non étanche (1) dans une enceinte de dépollution (11, 30) comportant au moins deux chambres (12, 13 ; 31, 41) séparées par une paroi séparatrice (14, 49) étanche,
 - on réalise l'étanchéité de la paroi séparatrice (14, 49) sur l'environnement confiné non étanche (1),

- on pompe le gaz contenu dans la première chambre (12, 31) et le gaz contenu dans la deuxième chambre (13, 41) simultanément, en ajustant la descente en pression dans chacune des chambres (12, 31 ; 13, 41) indépendamment, de telle sorte que l'écart entre la pression P3 dans l'espace intérieur (9) de l'environnement confiné non étanche (1) et la pression P1 dans la première chambre (12, 31) soit à tout moment inférieur à l'écart de pression susceptible de provoquer une déformation mécanique de nature à endommager la paroi (7) de l'environnement confiné non étanche (1),
 - on arrête le pompage lorsque la pression P3 dans l'espace intérieur (9) de l'environnement confiné non étanche (1) atteint la valeur P0 souhaitée à basse pression,
 - on introduit du gaz dans la première chambre (12, 31) et dans la deuxième chambre (13, 41) simultanément, en ajustant la montée en pression dans chacune des chambres (12, 31 ; 13, 41) indépendamment, de telle sorte que l'écart ΔP entre la pression dans l'espace intérieur (9) de l'environnement confiné non étanche (1) et la pression dans la première chambre (12, 31) soit à tout moment inférieur à l'écart de pression susceptible de provoquer une déformation mécanique de nature à endommager la paroi (7) de l'environnement confiné non étanche (1),
 - lorsqu'on a atteint la pression atmosphérique Patm, on extrait l'environnement confiné non étanche (1) de l'enceinte de dépollution (11, 30).
11. Procédé de dépollution selon la revendication 10, dans lequel, une fois atteinte la valeur P0 souhaitée à basse pression, on laisse reposer l'environnement confiné non étanche (1) à basse pression avant d'effectuer la remontée en pression.
12. Procédé de dépollution selon la revendication 11, dans lequel la durée de repos à basse pression est d'au moins 15 minutes.

2/2

FIG. 3

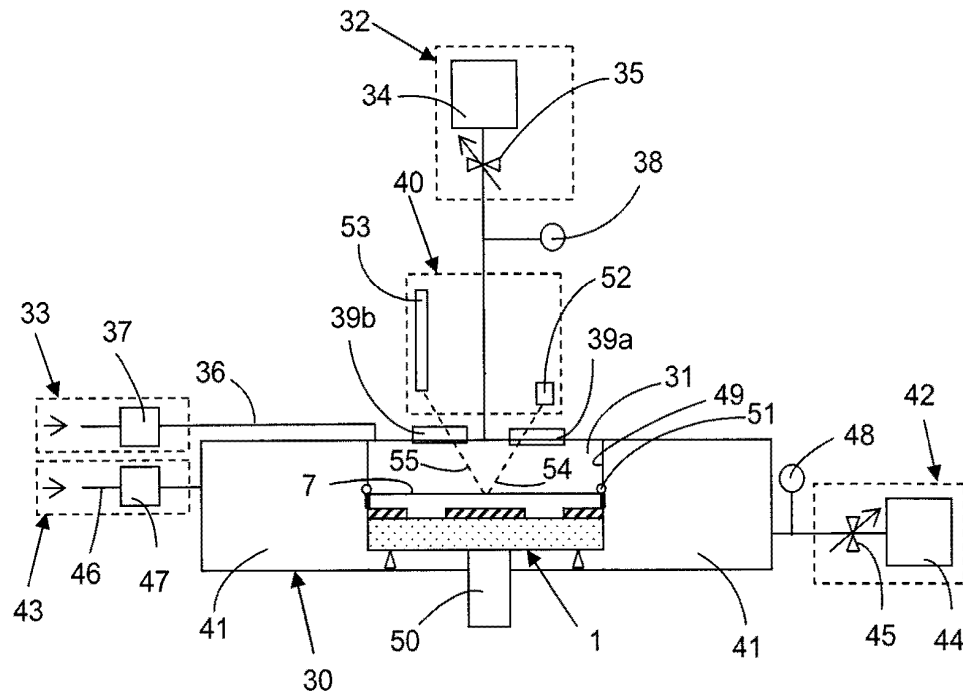
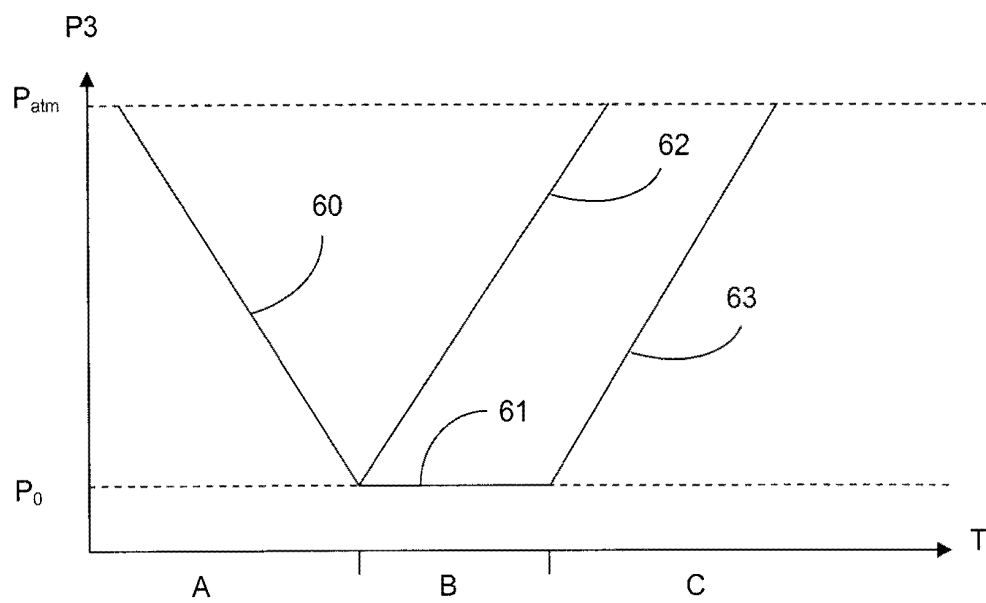


FIG. 4





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 741749
FR 1057120

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2007/035715 A1 (CHOI HYUNG-SEOK [KR] ET AL) 15 février 2007 (2007-02-15)	1,3,4, 6-9	B08B9/035 B08B5/04 G03F1/14 H01L21/67
Y	* alinéa [0032]; figures 3,4 * * alinéas [0035] - [0039] *	5	
Y	FR 2 908 674 A1 (ALCATEL SA [FR]) 23 mai 2008 (2008-05-23) * page 5, ligne 4-36 *	5	
A	US 2002/126269 A1 (SATO TATSUO [JP]) 12 septembre 2002 (2002-09-12) * figure 6 *	1-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G03F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 mai 2011		Pérennès, Frédéric	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1057120 FA 741749

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **20-05-2011**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2007035715 A1	15-02-2007	KR 100719373 B1	17-05-2007
FR 2908674 A1	23-05-2008	AUCUN	
US 2002126269 A1	12-09-2002	AUCUN	