

Dispositif et procédé de séchage d'un photomasque

5 La présente invention se rapporte à un dispositif de séchage d'un photomasque, notamment employé dans la fabrication de composants microélectroniques aux dimensions submicroniques. Elle s'étend en outre au procédé de séchage du photomasque.

10 Le micro-usinage des substrats semiconducteurs, notamment en silicium, est actuellement réalisé par des techniques de gravure au plasma d'un motif transféré sur le substrat à partir d'un photomasque par un procédé de lithographie. Un photomasque est équivalent à un négatif en photographie : il contient une information à imprimer sur un support. Les pollutions dans la zone active du photomasque ont un effet direct sur
15 l'image imprimée sur le substrat avec l'impression d'un défaut.

 Par ailleurs, 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 d'un photomasque se réduisant, les exigences en matière de pollution deviennent de plus en plus strictes. Pour permettre la
20 gravure de motifs de dimensions inférieures à 100nm, la longueur d'onde du laser de lithographie est passée de 193nm dans la technique classique à 13,5nm dans la technique plus récente dite technique EUV (pour Extrême Ultra-Violet). Le photomasque est donc un élément clef, cher et complexe que l'on cherche à conserver propre et opérationnel.

25 A la fin de sa fabrication, le photomasque est nettoyé. Dans le cas d'un photomasque utilisé dans la technique classique, une pellicule est alors appliquée sur le photomasque afin de protéger sa face active d'éventuelles particules. La dernière étape de nettoyage est réalisée en milieu humide. Suite à l'étape de nettoyage, le photomasque doit être soigneusement séché afin d'éliminer tout résidu d'humidité
30 adsorbée. Aujourd'hui, c'est en chauffant à très haute température (de l'ordre

de 80-90°C) que l'humidité est habituellement éliminée. Il s'agit d'un mode de séchage agissant essentiellement en surface

Un photomasque EUV, destiné à être utilisé dans la technique EUV, ne porte pas de pellicule. C'est un élément plat formé d'un empilement de type « millefeuilles » composé de très fines couches de différents matériaux (MoSi, TaN...) déposées sur une base de quartz. Il ne peut pas être exposé à une température supérieure à 60°C, ni à un écart de température de plus de 10°C sur sa surface active, car une température ou un gradient de température trop élevé conduirait à une dilation trop importante de certaines couches, et le photomasque EUV en serait détérioré.

L'efficacité du séchage est généralement évaluée par la mesure de l'angle de contact θ d'une goutte de liquide sur la surface du photomasque. Lorsqu'une goutte est déposée sur une surface solide, elle s'étale jusqu'à atteindre l'équilibre des forces entre les différentes phases en présence (solide, liquide et vapeur). La relation entre ces différentes forces et l'angle de contact est donnée par l'équation de Young :

$$\gamma_{SV} = \gamma_{LV} \cos \theta + \gamma_{SL}$$

dans laquelle : γ_{SV} est la tension interfaciale solide-vapeur,

γ_{LV} est la tension interfaciale liquide-vapeur,

γ_{SL} est la tension interfaciale solide-liquide, et

θ est la valeur de l'angle de contact entre une goutte de liquide et la surface du photomasque.

Le caractère hydrophile ou hydrophobe de la surface d'un photomasque dépend du matériau qui la constitue, et il est mesuré par l'angle de contact θ . Une fois bien sèche, la surface du photomasque est hydrophobe, la goutte s'étale peu et l'angle de contact est important. Pour que la surface d'un photomasque soit considérée comme étant suffisamment hydrophobe, l'angle de contact θ doit être supérieur à 55° pour le chrome, 25° pour le quartz, 60° pour le ruthénium et 70° pour le nitrure de tantale. Or les méthodes par chauffage, telle qu'elles sont aujourd'hui utilisées, ne permettent pas d'atteindre cette efficacité en restant à des températures modérées.

Le besoin se fait donc sentir d'un procédé de séchage qui respecte à la fois les contraintes liées au photomasque EUV lui-même, mais aussi les contraintes liées à l'équipement déjà existant et aux conditions de fabrication. Néanmoins le séchage obtenu par ce procédé doit être aussi efficace, voire plus efficace, que les procédés

connus. L'étape de séchage doit permettre un séchage volumique et homogène du photomasque EUV sans entraîner sa dégradation, notamment à cause de la température, et sans perturber la fabrication. Ainsi il faut sécher le photomasque EUV dans un temps maximum de 20 minutes, ce qui correspond au temps disponible dans le flux de fabrication. A la fin de l'étape de séchage, le photomasque EUV doit être à une température de l'ordre de 30°C à 35°C.

La présente invention a aussi pour but de proposer un dispositif de séchage d'un photomasque EUV, destiné à être utilisé dans la technique EUV, exempt de pellicule, et pour lequel la température de séchage ne doit pas dépasser 60°C.

L'invention a encore pour but de proposer un dispositif permettant d'assurer l'homogénéité de la température sur toute la surface du photomasque EUV. En effet la température doit être contrôlée avec une grande précision car la température à la surface du photomasque EUV doit être maintenue constante et uniforme avec une variation maximum de $\pm 5^\circ\text{C}$ pendant toute la durée de l'étape de séchage.

L'objet de la présente invention est un dispositif de séchage d'un photomasque comprenant :

- une enceinte étanche contenant au moins un photomasque,
- un groupe de pompage pour installer et maintenir le vide à l'intérieur de ladite l'enceinte,
- un support du photomasque, placé à l'intérieur de ladite enceinte,
- des moyens de rayonnement infrarouge placés à l'intérieur de ladite enceinte,
- un système d'injection de gaz dans ladite enceinte.

Les moyens de rayonnement infrarouge comprennent une pluralité de sources de rayonnement infrarouge réparties dans un plan parallèle au plan du photomasque de telle sorte que la distance du photomasque aux moyens de rayonnement IR soit donnée par la relation :

$$D = 1,5 \times d$$

dans laquelle D est la distance entre le plan contenant les sources de rayonnement infrarouge et le photomasque, et d est la distance entre les points centraux de deux sources de rayonnement infrarouge voisines, et le système d'injection de gaz comprend une pluralité d'injecteurs de gaz répartis dans un plan parallèle au plan du photomasque de telle sorte que les injecteurs respectent une invariance par rotation de 90° autour du point central du photomasque.

De préférence les sources de rayonnement infrarouge sont placées de manière à envoyer le rayonnement infrarouge perpendiculairement à la surface active du photomasque.

Selon un premier mode de réalisation, le dispositif de séchage comprend au moins trois sources de rayonnement infrarouge alignées de manière à ce que deux sources de rayonnement IR soit placées respectivement de part et d'autre du photomasque et qu'une source de rayonnement infrarouge au moins soit placée au centre du photomasque.

Le diamètre de l'orifice d'injection de gaz disposé en vis-à-vis du centre du photomasque est par exemple plus important que le diamètre des autres orifices.

Selon un deuxième mode de réalisation, le dispositif de séchage comprend des moyens de mesure de la température munis de pyromètres, disposés de manière à mesurer la température sur la tranche du photomasque.

Selon un troisième mode de réalisation, le dispositif de séchage comprend un support du photomasque comportant des moyens de réception et de positionnement du photomasque, comprenant un cadre percé suspendu à l'intérieur de l'enceinte étanche.

Selon un quatrième mode de réalisation, le dispositif comprend des capteurs de distance à ultrasons.

Selon un cinquième mode de réalisation, le dispositif de séchage comprend des moyens de mesure de la pression, de la température et de la distance et un dispositif de contrôle et de commande apte à recevoir des informations des moyens de mesure de la pression, de la température et de la distance et apte à piloter les moyens de rayonnement infrarouge et le système d'injection de gaz en fonction des informations reçues.

L'invention a encore comme objet un procédé de séchage d'un photomasque au moyen du dispositif de séchage précédent, comprenant les étapes suivantes :

- on positionne le photomasque dans une enceinte étanche à pression atmosphérique,
- on chauffe le photomasque jusqu'à une température fixée au plus égale à 60°C,
- on établit une basse pression dans l'enceinte étanche en pompant les gaz qu'elle contient,
- on maintient l'enceinte à basse pression et à la température fixée pendant une durée fixée,
- on arrête le chauffage du photomasque,

- on rétablit la pression atmosphérique dans l'enceinte par injection d'un gaz neutre, et
- on vérifie que la température du photomasque est d'environ 30-35°C avant d'extraire le photomasque de l'enceinte.

Selon une variante, on vérifie le positionnement du photomasque au moyen
5 d'au moins trois capteurs de distance à ultrasons.

Bien entendu le dispositif et le procédé de séchage selon l'invention peuvent aussi être utilisés pour sécher, avant application de la pellicule, des photomasques utilisés dans les techniques classiques.

10 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 montre schématiquement les différents moyens que comprend le dispositif de séchage d'un photomasque EUV,

15 - la figure 2 est une vue de dessous schématique montrant la position des sources de rayonnement infrarouge par rapport au photomasque EUV,

- la figure 3 montre la position spatiale du rayonnement émis par les sources de rayonnement infrarouge et le rayonnement résultant reçu par le photomasque EUV, le rayonnement R en W/mm² est donné en ordonnée et l'éloignement L en millimètres du
20 centre du photomasque EUV est porté en abscisse,

- la figure 4 représente une vue de la distribution de température sur la surface d'un photomasque après que le photomasque ait reçu le rayonnement résultant des sources de rayonnement infrarouge,

25 - la figure 5 est une vue de dessus schématique montrant la position des injecteurs de gaz par rapport au photomasque EUV,

- la figure 6 représente une vue en perspective de la circulation du gaz injecté par le système d'injection de gaz,

- la figure 7 représente un mode de réalisation d'un moyen de réception et de positionnement du photomasque EUV, et

30 - la figure 8 montre l'évolution de la valeur de l'angle de contact d'une goutte de liquide sur la surface du photomasque EUV au fur et à mesure de l'avancement de son nettoyage, l'angle de contact θ est donné en ordonnée et le déroulement des opérations de nettoyage est porté en abscisse.

Le dispositif **1** utilisé pour le séchage d'un photomasque EUV est représenté schématiquement sur la figure 1. Le dispositif **1** est destiné à être intégré dans un équipement de nettoyage de photomasques.

Le dispositif **1** comprend une enceinte **2** étanche apte à recevoir un photomasque EUV, une unité de pompage **3** comprenant par exemple une pompe
5 primaire **5** et une pompe secondaire **4**, des moyens de rayonnement infrarouge comprenant une pluralité de sources de rayonnement infrarouge **6** placées dans la partie inférieure de l'enceinte **2**, des capteurs de pression **7**, des capteurs de distance à ultrasons **8** placés dans la partie supérieure de l'enceinte **2**, au moins un pyromètre **9**, un
10 système d'injection de gaz comprenant une ligne d'injection de gaz **10**, une soupape de surpression permettant d'éviter une montée en pression dans l'enceinte **2**, et un support de photomasque **12**.

Le contrôle de la température du photomasque EUV au cours de l'étape de séchage est effectué au moyen d'au moins un pyromètre **9** visant la tranche du
15 photomasque **13**, de préférence au plus près du centre. Pour la mise au point du système de contrôle et pour la vérification périodique du pyromètre, une courbe de calibration est réalisée sur la gamme complète des températures. La température moyenne du photomasque EUV est calculée à partir des données fournies par une pluralité de capteurs de température, de préférence au moins neuf, mesurant la
20 température en différents points de la surface du photomasque EUV.

Des capteurs de distance à ultrasons **8**, de préférence au nombre de trois, sont disposés dans la partie supérieure de l'enceinte. Les capteurs de distance à ultrasons **8** mesurent la distance les séparant du photomasque **13** en plusieurs points de sa surface. Les capteurs de distance à ultrasons **8** permettent de détecter si un photomasque EUV a
25 été introduit dans l'enceinte **2**, de déterminer sa taille et de valider son bon positionnement dans l'enceinte **2**, notamment en ce qui concerne l'horizontalité, ou assiette, du photomasque EUV.

Des sources de rayonnement infrarouge **6**, comme des lampes à infrarouge, permettent le séchage des photomasques EUV. On choisit par exemple des sources de
30 rayonnement infrarouge **6** identiques et dont le nombre, l'écartement et la distance au photomasque **13** a été choisi de telle sorte que le chauffage soit sensiblement uniforme sur la surface du photomasque **13** comme montré sur les figures 2 et 3.

Les sources de rayonnement infrarouge **6** sont placées dans la partie inférieure de l'enceinte **2** du côté de la face active du photomasque EUV **13**, dans un plan

parallèle à la surface du photomasque EUV **13**, de manière à envoyer le rayonnement infrarouge perpendiculairement directement sur la face active des photomasques EUV **13**. Les sources de rayonnement infrarouge **6** sont au moins trois. Deux d'entre elles **6a** sont positionnées vers les extrémités de l'enceinte, de manière à
5 être placées de part et d'autre du photomasque **13**. La ou les autres sources de rayonnement infrarouge **6b** sont disposées au centre de l'enceinte, de manière à correspondre sensiblement au centre du photomasque **13**. Dans cet exemple, les trois sources de rayonnement infrarouge **6** sont éloignées l'une de l'autre d'une distance **d** qui vaut 83 mm. Les sources de rayonnement **6a**, **6b** sont disposées dans un plan distant de
10 la surface du photomasque **13** d'une distance **D** qui vaut ici : $D = 1,5 \times d$, soit 125 mm.

Ce positionnement permet d'avoir un recoupement des spectres radiants de chaque lampe infrarouge **6** favorisant ainsi un chauffage uniforme sur toute la surface du photomasque **13**. La figure 3 montre la valeur du rayonnement **R** en W/mm^2 en fonction de l'éloignement **L** en millimètres du centre du photomasque **13**. Les sources de
15 rayonnement infrarouge placées de part et d'autre du photomasque émettent un rayonnement **20** et **21** respectivement, et la source de rayonnement infrarouge disposée entre elles, au centre, émet un rayonnement **22**. L'addition de ces rayonnements **20**, **21** et **22** a pour résultante un rayonnement **23**. On a représenté la position d'un photomasque **13** (en pointillé), dont le côté mesure $2L = 150mm$, recevant
20 le rayonnement résultant **23**. Le centre du photomasque **13** se trouve au point $L = 0$ et le photomasque **13** occupe donc la position comprise entre $L = -75$ et $L = +75$. On constate que la surface du photomasque **13** reçoit ainsi un rayonnement **23** dont l'uniformité est sensiblement améliorée, par exemple par rapport au rayonnement reçu de la seule source **6** placée au centre. La figure 4 illustre un exemple de distribution de
25 la température obtenue à la surface du photomasque **13**. Du fait de la configuration sensiblement plate du photomasque, le gradient de température dans la tranche du photomasque **13** est négligeable. On voit sur cet exemple que la répartition de température présente une forme sensiblement en cloche avec au centre du photomasque, une zone sensiblement plus chaude que les zones périphériques, elles-
30 mêmes sensiblement plus chaudes que les zones au bord du photomasque **13**. Cependant, la disposition des sources de rayonnement infrarouge **6** par rapport au photomasque **13** permet d'obtenir un gradient de température en surface du photomasque acceptable, c'est-à-dire inférieur à $10^{\circ}C$ sur la surface active du photomasque **13**.

En chauffant le photomasque par les moyens de rayonnement infrarouge et en le soumettant à une pression inférieure à la pression atmosphérique par l'unité de pompage **3**, par exemple à une pression de l'ordre de 10^{-5} mbar, on favorise la diffusion des gaz présents dans le matériau vers la surface et ainsi leur dégazage sous vide.

5 L'étape de séchage permet donc un séchage volumique et homogène sans dégradation du photomasque. Les figures 5 et 6 représentent un mode de réalisation du système d'injection de gaz **10** comportant une pluralité d'injecteurs **30** de gaz, par exemple de l'azote ou de l'hélium, placés dans la partie supérieure de l'enceinte **2** de manière à envoyer un flux de gaz sur la face opposée à la face active du photomasque **13**. Le

10 système d'injection **10** de gaz comprend une pluralité d'injecteurs **30** de gaz répartis dans un plan parallèle au plan du photomasque **13** de telle sorte que les injecteurs **30** respectent une invariance par rotation de 90° autour d'un point coïncidant avec un point en vis-à-vis du centre du photomasque **13**. Le photomasque **13** est un carré dont le côté mesure $2L = 150\text{mm}$. Les injecteurs **30** sont placés à une distance d_1 , d_2 , et d_3

15 respectivement des axes perpendiculaires **X-X'** et **Y-Y'**, passant par le centre du photomasque **13** et le milieu de ses côtés et à une distance d_4 sur ces axes **X-X'** et **Y-Y'**. Dans le cas présent ces distances valent par exemple : $d_1 = 25\text{ mm}$, $d_2 = 62,5\text{ mm}$, $d_3 = 37,5\text{ mm}$ et $d_4 = 50\text{ mm}$. La projection de ces distances d_1 , d_2 , d_3 et d_4 sur les axes **X-X'** et **Y-Y'** sont équidistantes.

20 Une fois les moyens de rayonnement infrarouge arrêtés et l'unité de pompage **3** isolée de l'enceinte **2**, le photomasque **13** se refroidit par échange radiatif et convectif entre ses surfaces externes et son environnement. On envoie alors du gaz par les injecteurs de gaz **30**, ce qui permet d'accélérer le refroidissement par convection forcée comme on peut le voir sur la figure 6 représentant la circulation du gaz injecté. Toutefois,

25 l'agencement particulier des injecteurs **30** de gaz permet de refroidir la surface du photomasque **13** en fonction de la répartition de température résultant de la disposition des sources de rayonnement infrarouge. On constate qu'avec cette répartition des injecteurs **30**, le gaz utilisé (hélium ou azote) s'oriente d'abord vers le centre du photomasque **13**, puis s'étend symétriquement sur la surface du photomasque en

30 remontant ensuite le long des parois de l'enceinte. La disposition des injecteurs **30** dans l'enceinte vis-à-vis du photomasque est donc complémentaire à la disposition des sources de rayonnement infrarouge pour compenser la répartition de température « en cloche », c'est-à-dire en refroidissant plus fortement le centre du photomasque. Ainsi, l'injection de gaz n'accentue pas le gradient de température présent à la surface du

photomasque mais permet de le conserver au-dessous de 10°C sur la surface active du photomasque.

Pour accentuer encore le refroidissement au centre du photomasque, on peut prévoir en plus que le diamètre de l'orifice d'injection de gaz disposé en vis-à-vis du centre du photomasque soit plus important que le diamètre des autres orifices d'injection. Par exemple, le diamètre de l'orifice d'injection de gaz disposé en vis-à-vis du centre du photomasque est de l'ordre du double du diamètre des autres orifices d'injection. On dispose ainsi par exemple dix-sept injecteurs de gaz 30 pour trois sources de rayonnement infrarouge 6.

Un mode de réalisation du support 12 du photomasque du dispositif de séchage comportant des moyens de réception et de positionnement du photomasque permettant de recevoir et de positionner un photomasque 13 est représenté sur les figures 6 et 7. Ces moyens comportent un cadre 40 percé, de taille adaptée à la taille du photomasque 13 qu'il doit recevoir, suspendu à l'intérieur de l'enceinte 2 par quatre colonnes 41. Les sources de rayonnement infrarouge 6 peuvent ainsi rayonner vers la face active du photomasque EUV 13 sans obstacle au rayonnement à travers le cadre 40. En outre, le moyen permettant de recevoir et de positionner le photomasque en forme de cadre percé favorise le refroidissement du photomasque par échange radiatif et convectif et limite les transferts de chaleur par conduction, de manière à maîtriser l'homogénéité du refroidissement.

Les colonnes 41 sont fixées d'une part à la partie supérieure de l'enceinte 2 et d'autre part aux quatre coins du cadre 40. Quatre plots 42 portés par le cadre 40 ont pour fonction de réceptionner et de positionner correctement le photomasque 13. Ces plots 42 sont constitués de deux parties : une première partie 42a, par exemple en acier inoxydable ou en céramique, permettant le raccordement au cadre 40 et une seconde partie 42b constituée de deux doigts de réception, par exemple en or, sur lequel va reposer le photomasque 13. Dans le cas où la partie 42a de raccordement est en céramique, les doigts 42b sont raccordés à la masse de l'enceinte 2 afin de permettre au photomasque 13 de décharger son électricité statique car au cours du séchage le photomasque 13 se charge électrostatiquement.

Si nécessaire, le dispositif de séchage peut comporter plusieurs supports, chacun muni d'un cadre percé de taille différente, disposés de telle sorte que le support ayant le cadre de plus petite dimension soit placé au-dessus.

En outre un dispositif de contrôle et de commande reçoit des informations des moyens de mesure de la pression, de la température et de la distance, et en déduit des instructions pour piloter les moyens de rayonnement infrarouge et le système d'injection de gaz en fonction des informations reçues. Le dispositif de contrôle et de commande est aussi apte à communiquer avec l'équipement de nettoyage des photomasques et avec le robot de transfert entre l'équipement de nettoyage et le dispositif de séchage d'un photomasque.

Le procédé de nettoyage comporte une étape de séchage comprenant les opérations suivantes. Le photomasque **13** est transporté depuis l'équipement de nettoyage jusqu'à l'enceinte **2** du dispositif de séchage **1** par un robot qui vient déposer le photomasque **13** sur le cadre **40** percé. La vanne de transfert se referme.

Une vérification du positionnement du photomasque **13** est réalisée à l'aide des capteurs de distance à ultrasons **8**, ici trois capteurs par exemple. Si les mesures données par les capteurs à ultrasons **8** sont identiques, le bon positionnement horizontal du photomasque est validé. La valeur mesurée est alors mémorisée dans le dispositif de contrôle et de commande.

Le chauffage débute à pression atmosphérique. L'évolution de la température est mesurée en temps réel au moyen du pyromètre **9**. L'uniformité du chauffage des photomasques est assurée grâce à un chauffage intermittent qui alterne les périodes d'allumage des sources de rayonnement infrarouge **6**, par exemple de 1s, et les périodes d'extinction, par exemple de 2s. Dès que le photomasque **13** atteint une température fixée, inférieure ou égale à 60°C, l'unité de pompage **3** est mise en route pour réaliser le pompage de l'enceinte **2**. L'utilisation d'une pompe primaire **5** et d'une pompe secondaire **4** montées en série permet de pousser le vide jusqu'à 10^{-5} mbar. Le vide secondaire ainsi atteint permet une désorption plus efficace du photomasque **13**. Le photomasque **13** est maintenu à une température proche de 60°C pendant environ 10 minutes.

Puis, les moyens de rayonnement infrarouge sont arrêtés et on isole l'unité de pompage **3** de l'enceinte **2**. La remontée en pression dans l'enceinte **2** est ensuite réalisée par l'injection d'un flux de gaz neutre, comme par exemple de l'azote. Le système d'injection de gaz se présente de préférence sous la forme d'une pluralité d'injecteurs **30**, disposés comme représenté sur la figure 4 ou bien sous forme de buses, de manière à éviter la génération de particules. Le système d'injection de gaz est disposé au-dessus du photomasque **13** et permet une injection en plusieurs points de

manière à assurer une distribution homogène du flux gazeux à la surface du photomasque **13**. Le gaz injecté permet ainsi de refroidir le photomasque **13** et d'assurer la remontée en pression. En outre, la disposition des moyens infrarouge et du système d'injection d'un flux de gaz permettent d'uniformiser la température sur la surface active du photomasque avec un écart de température sur la surface active inférieur à 10°C. Lorsque la pression atteint la pression atmosphérique, l'injection d'azote est remplacée par une injection d'hélium qui est plus efficace du point de vue du refroidissement. Lorsque la température du photomasque **13** atteint environ 30°C à 35°C, le refroidissement est stoppé et le photomasque **13** peut être retiré de l'enceinte **2**. On attend que la température du photomasque **13** atteigne environ 30°C à 35°C avant d'extraire le photomasque **13** de l'enceinte, pour que le photomasque **13** soit à une température voisine de la température ambiante, dans le but d'éviter la ré-adsorption des gaz présents dans l'atmosphère qui pourrait se produire lors de la baisse de température.

La figure 8 permet de se rendre compte de l'efficacité du séchage obtenu par le procédé selon l'invention. Les mesures d'angle de contact θ ont été réalisées sur des surfaces constituées de chrome **60** (Cr), de quartz **61**, de ruthénium **62** (Ru), et de nitrure de tantale **63** (TaN) ou de molybdène silicium **64** (MoSi). On constate que l'angle de contact θ mesuré après l'étape de séchage **66** est du même ordre de grandeur, voire meilleur, que celui mesuré avant l'opération de nettoyage **65** sur tous les matériaux testés. L'angle de contact θ mesuré après l'étape de séchage **66** doit être comparé à la valeur de l'angle de contact θ mesuré avant l'étape de séchage **67**.

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.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de séchage d'un photomasque comprenant :
 - une enceinte (2) étanche contenant au moins un photomasque (13),
 - un groupe de pompage (3) pour installer et maintenir le vide à l'intérieur de ladite l'enceinte (2),
 - un support (12) du photomasque (13), placé à l'intérieur de ladite enceinte (2),
 - des moyens de rayonnement infrarouge (6) placés à l'intérieur de ladite enceinte (2),
 - un système d'injection de gaz (10) dans ladite enceinte (2),caractérisé en ce que les moyens de rayonnement infrarouge comprennent une pluralité de sources de rayonnement infrarouge (6) réparties dans un plan parallèle au plan du photomasque (13) de telle sorte que la distance du photomasque (13) aux moyens de rayonnement IR soit donnée par la relation :
$$D = 1,5 \times d$$
dans laquelle D est la distance entre le plan contenant les sources de rayonnement infrarouge (6) et le photomasque (13), et d est la distance entre les points centraux de deux sources de rayonnement infrarouge voisines (6), et en ce que le système d'injection de gaz (10) comprend une pluralité d'injecteurs de gaz (30) répartis dans un plan parallèle au plan du photomasque (13) de telle sorte que les injecteurs (30) respectent une invariance par rotation de 90° autour du point central du photomasque (13).
2. Dispositif de séchage selon la revendication 1, dans lequel les sources de rayonnement infrarouge (6) sont placées de manière à envoyer le rayonnement infrarouge perpendiculairement à la surface active du photomasque (13).
3. Dispositif de séchage selon l'une des revendications 1 et 2, comprenant au moins trois sources de rayonnement infrarouge (6) alignées de manière à ce que deux sources de rayonnement IR (6) soit placées respectivement de part et d'autre du photomasque (13) et qu'une source de rayonnement infrarouge (6) au moins soit placée au centre du photomasque (13).

4. Dispositif de séchage selon la revendication 3, dans lequel le diamètre de l'orifice d'injection de gaz disposé en vis-à-vis du centre du photomasque est plus important que le diamètre des autres orifices.
5. Dispositif de séchage selon l'une des revendications 1 à 4, comprenant des moyens de mesure de la température (9) munis de pyromètres, disposés de manière à mesurer la température sur la tranche du photomasque (13).
6. Dispositif de séchage selon l'une des revendications précédentes, comprenant un support (12) du photomasque (13) comportant des moyens de réception et de positionnement du photomasque, comprenant un cadre (40) percé suspendu à l'intérieur de ladite enceinte (2).
7. Dispositif de séchage selon l'une des revendications précédentes, comprenant des capteurs de distance à ultrasons (8).
8. Dispositif de séchage selon l'une des revendications précédentes, comprenant des moyens de mesure de la pression (7), de la température (9) et de la distance (8) et un dispositif de contrôle et de commande apte à recevoir des informations des moyens de mesure de la pression (7), de la température (9) et de la distance (8) et apte à piloter les moyens de rayonnement infrarouge (6) et le système d'injection de gaz (10, 30) en fonction des informations reçues.
9. Procédé de séchage d'un photomasque au moyen du dispositif de séchage selon l'une des revendications précédentes, comprenant les étapes suivantes :
 - on positionne le photomasque (13) dans une enceinte (2) étanche à pression atmosphérique,
 - on chauffe le photomasque (13) jusqu'à une température fixée au plus égale à 60°C,
 - on établit une basse pression dans l'enceinte (2) étanche en pompant les gaz qu'elle contient,
 - on maintient l'enceinte (2) à basse pression et à la température fixée pendant une durée fixée,
 - on arrête le chauffage du photomasque (13),
 - on rétablit la pression atmosphérique dans l'enceinte (2) par injection d'un gaz neutre, et

- on vérifie que la température du photomasque (13) est d'environ 30-35°C avant d'extraire le photomasque (13) de l'enceinte (2).

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel on vérifie le positionnement du photomasque au moyen d'au moins trois capteurs de distance à ultrasons (8).