

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 13.11.00.

30 Priorité : 16.11.99 US 09441716.

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 15.06.01 Bulletin 01/24.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : AGILENT TECHNOLOGIES INC —
US.

72 Inventeur(s) : RAGHAVAN NADIPURAM V. VIJAYA et
LEUNG ELAINE LAI-YEE.

73 Titulaire(s) :

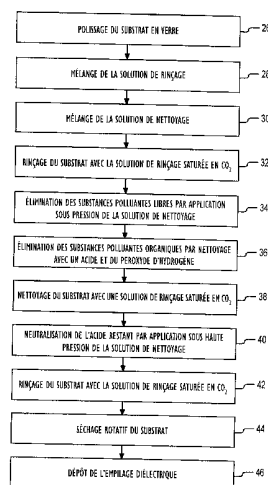
74 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

54 PROCÉDE POUR NETTOYER DES SUBSTRATS EN QUARTZ EN UTILISANT DES SOLUTIONS
CONDUCTRICES.

57 L'invention concerne un procédé pour nettoyer des
substrats en quartz en utilisant des solutions conductrices.

Ce procédé comprend les étapes consistant à appliquer
une solution (34), qui contient de l'eau et de l'hydroxyde
d'ammonium, audit substrat en quartz, traiter ledit substrat
en quartz avec une solution (36) qui contient du peroxyde
d'hydrogène et un acide, rincer ledit substrat en quartz traité
(38) avec de l'eau saturée en CO₂; appliquer une solution
(40) qui contient l'eau et l'hydroxyde d'ammonium sur un
substrat en quartz rincé, et rincer à nouveau ledit substrat
en quartz avec de l'eau saturée en CO₂ (42).

Application notamment à la fabrication de têtes d'im-
pression à jet d'encre.



L'invention concerne d'une manière générale des procédés et des systèmes pour fabriquer des masques pour l'ablation par laser et analogues et a trait plus particulièrement à des méthodes pour nettoyer des substrats en quartz.

5 L'ablation par laser est une technique disponible pour former des caractéristiques sur la surface d'un composant ou former des trous traversants dans le composant. Des parties sélectionnées de la surface du composant sont exposées à un rayonnement laser de haute énergie qui entraîne une rupture chimique des liaisons à l'intérieur du matériau exposé. Une expansion localisée se produit sous l'effet de la rupture des liaisons chimiques. Le matériau, qui a
10 subi cette expansion, peut être éliminé moyennant l'utilisation de techniques classiques, comme par exemple par attaque chimique.

Un masque pour l'ablation par laser est utilisé de façon typique pour régler la configuration d'exposition sur la surface du composant. Le masque d'ablation par laser utilise un substrat transparent, sur lequel une ou plusieurs
15 couches peuvent être formées et structurées de manière à former un revêtement qui définit la configuration d'exposition. Les matériaux servant à former le revêtement sont choisis de manière à être résistants à un endommagement tel que résultant de l'exposition à l'énergie du laser. Le substrat et le revêtement doivent posséder une résistance à un endommagement provoqué
20 par laser pendant des opérations d'ablation, lors desquelles un laser possède une puissance supérieure à 150 mJ/cm^2 . Un matériau approprié pour le substrat est le quartz. Le revêtement situé sur le substrat en quartz peut être une couche formée d'un seul métal, telle qu'une couche de chrome ou d'aluminium. Sinon le revêtement peut être formé de multiples couches diélectriques possédant des indices de réfraction élevés et faibles alternés. Le
25 brevet U.S. 4 923 772 attribué à Kirch décrit un masque pour l'ablation par laser, qui est formé de multiples couches diélectriques qui sont structurées de manière à définir la configuration d'exposition.

La Figure 1 est une représentation schématique de l'utilisation de l'abla-
30 tion par laser dans le processus de formation de têtes d'impression à jet d'encre. Ce processus est décrit de façon plus détaillée dans le brevet U.S. n° 5 408 738 au nom de Schantz et al.. Une bande continue 10 de matériau polymère est retirée d'un rouleau 12, d'une manière contrôlée. Le matériau

en forme de bande peut être le polymère commercialisé par la société 3M Corporation sous la marque déposée KAPTON. Des perforations de guidage 14 le long des côtés opposés de la bande peuvent être utilisés pour régler de façon précise le déplacement du matériau en forme de bande par rapport à une source laser 16, telle qu'un laser excimère. Bien que ceci ne soit pas représenté sur la Figure 1, la source laser est située de façon typique dans une chambre de traitement laser. Un ou plusieurs masques 18 pour l'ablation par laser peuvent être structurés de manière à définir toutes les caractéristiques qui doivent être formées à l'intérieur de la bande continue 10. L'ablation est répétée à un intervalle réglé de sorte que des composants dupliqués pour une tête d'impression à jet d'encre peuvent être formés à partir de la bande, après que la bande a été découpée. Sur la Figure 1, le masque 18 est structuré de manière à définir un réseau de chambres de vaporisation. En plus de cadencements pas-à-pas du déplacement de la bande continue 10, la source laser 16 peut être activée pas-à-pas. Le processus de copiage à répétition se poursuit jusqu'à ce qu'un élément en forme de buse soit formé. Un système optique 20 peut être utilisé pour focaliser l'énergie laser qui se propage à travers le masque 18.

La partie traitée de la bande avance ensuite jusqu'à un poste de nettoyage, non représenté, dans lequel tous les débris sont éliminés de la bande. Le poste suivant est un poste de liaison, dans lequel des substrats de chauffage 22 sont fixés à la bande dans des positions correspondant aux réseaux de chambres de vaporisation. Chaque substrat de chauffage peut être une pastille de silicium, sur laquelle des résistances sont formées selon un réseau qui correspond au réseau de chambres de vaporisation, de sorte qu'il existe une correspondance biunivoque entre les réseaux. On peut ensuite découper la bande pour former des têtes d'impression individuelles 24 qui sont fixées à d'autres composants pour former des cartouches à jet d'encre.

En se référant à nouveau au masque 18 pour l'ablation par laser, qui est utilisé dans le poste d'ablation, il est prévu un nombre d'étapes toutes aussi importantes les unes que les autres de fabrication du masque. Le matériau du substrat du masque doit être choisi sur la base de ses propriétés optiques, étant donné que l'énergie laser se propage à travers le substrat. Le quartz est un matériau préféré pour le substrat. Il faut nettoyer soigneusement le substrat

avant de former le revêtement sur au moins une surface du substrat. Le processus de nettoyage élimine des couches organiques à l'état de trace, comme par exemple des résidus des composés qui sont utilisés pour polir le substrat en quartz. De telles substances polluantes peuvent influencer fortement sur la durée
5 de vie du masque pour l'ablation par laser. On va décrire ci-après de façon détaillée le processus de nettoyage.

On applique ensuite le revêtement au substrat. On peut utiliser des techniques classiques de dépôt en phase vapeur (PVD). Le traitement PVD requiert que le substrat soit placé dans une chambre à vide et qu'un vide soit
10 créé dans la chambre. Des matériaux sont introduits dans la chambre à vide pour l'exécution du dépôt de couches en phase vapeur. Comme indiqué précédemment, le revêtement déposé sur le substrat peut être une seule couche de métal ou d'un métal composite ou peut être un empilage diélectrique. L'empilage diélectrique inclut des couches ayant des indices de réfraction alterna-
15 tivement élevés et faibles. L'absorption de l'énergie laser par le revêtement du masque est une cause principale de dégradation du masque. C'est pourquoi le revêtement du masque doit être réfléchissant pour la lumière possédant la longueur d'onde de l'énergie laser. Une réflexion par l'empilage diélectrique est le résultat de l'interférence additive et soustractive au niveau des interfaces
20 des couches appliquées les unes contre les autres. Chaque couche possède de préférence une épaisseur égale approximativement au quart de la longueur d'onde de l'énergie laser, à laquelle elle doit être exposée. Chaque paire de couches diélectriques réfléchit un pourcentage de la lumière incidente. En déposant un nombre suffisant de paires de couches, presque la totalité de
25 l'énergie laser est réfléchie.

On peut ensuite structurer le revêtement en utilisant des techniques classiques. Par exemple on peut utiliser une attaque ou corrosion ionique réactive (RIE) ou une attaque ou corrosion utilisant un faisceau d'ions (IBE). Bien que le masque résultant puisse parfaitement fonctionner pour le but auquel il est
30 destiné, la durée de vie de fonctionnement du masque pour l'ablation est limitée. L'endommagement de masques d'ablation, qui est provoqué par le laser, dépend de façon critique du niveau de la densité de défauts de revêtement. C'est-à-dire que l'endommagement qui apparaît en tant que résultat de l'exposition au rayonnement laser de haute énergie augmente lorsque la

densité de défauts augmente. Pour chaque masque défaillant, il faut prendre le temps de remplacer le masque. L'arrêt de l'équipement requis pour remplacer des masques réduit le débit de production dans un procédé de fabrication de têtes d'impression à jet d'encre.

- 5 Pour revenir à la description du procédé de nettoyage du substrat en quartz, le brevet U.S. n° 5 259 888 au nom de McCoy décrit l'utilisation d'une solution d'eau et d'hydroxyde d'ammonium quaternaire pour nettoyer une surface de quartz. La température et le temps d'exposition sont réglés de manière à éliminer des substances minérales de la surface du quartz. Une méthode bien
10 connue pour le nettoyage de pastilles de silicium (par rapport à des substrats en quartz) est désignée comme étant un "nettoyage RCA". Ce processus est décrit dans le brevet U.S. n° 5 489 557 au nom de Jolley. On expose tout d'abord le substrat en silicium à une solution d'acide sulfurique et de peroxyde d'hydrogène pour éliminer des substances polluantes organiques. Ceci est suivi
15 par l'application d'une solution d'hydroxyde d'ammonium et de peroxyde d'hydrogène. Puis on rince le substrat en silicium avec de l'eau désionisée.

- Lors de l'étape suivante du nettoyage RCA, le bioxyde de silicium, qui s'est formé lors des étapes précédentes, est enlevé. La solution d'enlèvement de l'oxyde inclut de l'acide fluorhydrique. Puis on élimine par rinçage l'acide
20 fluorhydrique du substrat en utilisant de l'eau désionisée. Comme cela est indiqué dans le brevet Jolley, de façon spécifique on ne fait pas sécher le substrat rincé. Au lieu de cela, on transfère le substrat humide à une solution d'acide chlorhydrique et de peroxyde d'hydrogène. La solution d'acide chlorhydrique et de peroxyde d'hydrogène est sensée dissoudre tous les métaux qui peuvent exister
25 à la surface du substrat. Bien que ce ne soit pas décrit dans ce brevet, les étapes finales du nettoyage RCA consistent de façon typique à rincer le substrat avec de l'eau désionisée et à sécher par centrifugation le substrat en silicium.

- La méthode de nettoyage RCA fonctionne bien pour des pastilles en silicium. Cependant, les méthodes connues pour nettoyer des substrats en quartz
30 pour des masques d'ablation par laser et des applications similaires sont moins satisfaisantes. Étant donné que des impuretés sur une surface en quartz préalablement enduite peuvent fortement influencer la durée de vie de fonctionnement d'un masque d'ablation par laser, ainsi que la qualité finale du produit

fourni par le masque, ce qui est nécessaire c'est un procédé permettant de nettoyer efficacement un substrat en quartz qui requiert une faible densité de défauts.

Un procédé de nettoyage pour un substrat en quartz inclut la saturation en gaz carbonique d'une solution de rinçage qui est utilisée dans plus d'une
5 étape du procédé. En outre, une solution de nettoyage est mélangée de manière à inclure de l'eau et de l'hydroxyde d'ammonium, de sorte que la solution de nettoyage soit électriquement conductrice. Étant donné que la solution de rinçage et la solution de nettoyage sont toutes deux électriquement conductrices, le procédé est moins susceptible d'entraîner un endommagement de
10 surface dû à une décharge électrostatique pendant le processus de nettoyage.

La première étape du processus de nettoyage est de préférence un rinçage avec la solution de rinçage. La solution de rinçage est saturée en gaz carbonique de sorte que toute charge statique soit dissipée en raison de la conductivité de la solution. La solution de rinçage est de préférence de l'eau
15 désionisée qui est diluée avec du CO_2 dans la gamme de 1 % à 10 % en poids. Une étape suivante consiste à éliminer des substances polluantes libres, telles que celles qui résultent du dépôt de substances polluantes en suspension dans l'air. On applique la solution de nettoyage de préférence dans un état sous pression. Une pression comprise entre $2,1 \cdot 10^6$ et $6,9 \cdot 10^6$ Pa est préférable, mais non critique. L'hydroxyde d'ammonium fournit une conductivité
20 relativement élevée qui a pour effet de dissiper toute charge statique. L'étape suivante élimine des substances polluantes organiques de la surface du substrat en quartz. Un environnement très fortement oxydant est formé par application d'une solution contenant du peroxyde d'hydrogène. Cette solution inclut également de l'acide, de préférence de l'acide sulfurique. Un rapport acceptable de l'acide sulfurique au peroxyde d'hydrogène est 2:1. La solution de
25 rinçage saturée en CO_2 est ensuite appliquée au substrat en quartz.

La solution de nettoyage formée d'eau et d'hydroxyde d'ammonium est à nouveau appliquée pour neutraliser tout reste d'acide. Cette étape crée
30 également une surface hydrophile, qui peut présenter un avantage important lors du dépôt ultérieur de couches, comme par exemple un empilage diélectrique pour un masque d'ablation par laser. On rince à nouveau le substrat en quartz avec la solution de rinçage carbonatée. À cet instant, on sèche le

substrat en quartz, comme par exemple au moyen d'une étape de séchage rotatif ou par centrifugation.

Le substrat en quartz sec se déplace ensuite en direction de la séquence suivante d'étapes. Comme indiqué précédemment, la forme de réalisation
5 préférée est une forme de réalisation dans laquelle un empilage diélectrique est formé et structuré sur la surface du substrat en quartz, pour fabriquer un masque d'ablation par laser.

Un avantage de l'invention réside dans le fait que le processus de nettoyage élimine efficacement et soigneusement des matériaux organiques à
10 l'état de traces, tels que ceux qui sont introduits pendant le polissage du substrat en quartz. Par exemple des composés de cérium peuvent être utilisés pour le polissage d'une couche de quartz avant le processus de nettoyage. Les impuretés associées à la surface de quartz poli peuvent influencer fortement sur la durée du fonctionnement du masque d'ablation par laser, si le processus de
15 nettoyage n'a pas éliminé les impuretés. En outre, étant donné que la solution de rinçage gazéifiée et la solution de nettoyage à base d'hydroxyde d'ammonium sont électriquement conductrices, des décharges statiques sont dissipées, ce qui réduit la probabilité que des décharges fassent apparaître des défauts. Les masques d'ablation par laser fabriqués en utilisant une combinaison du
20 processus de nettoyage et d'un procédé de dépôt d'empilages électriques, qui seront décrits plus loin, ont conduit à un masque d'ablation par laser qui a été utilisé avec succès dans un environnement de fabrication de têtes d'impression à jet d'encre, le masque ayant une durée de vie de fonctionnement supérieure à six millions de "tirs" d'une énergie laser.

25 De façon plus précise, l'invention concerne un procédé pour traiter un substrat en quartz comprenant les étapes consistant à :

- appliquer une solution, qui contient de l'eau et de l'hydroxyde d'ammonium audit substrat en quartz ;
- traiter ledit substrat en quartz avec une solution qui contient du peroxyde
30 d'hydrogène et un acide ;
- rincer ledit substrat en quartz traité avec de l'eau saturée en CO_2 ;
- appliquer une solution qui contient l'eau et le l'hydroxyde d'ammonium sur ledit substrat en quartz rincé ; et

— rincer à nouveau ledit substrat en quartz avec de l'eau saturée en CO_2 .

Selon une autre caractéristique de l'invention, lesdites étapes de rinçage et de rinçage renouvelé dudit substrat en quartz incluent chacune la dilution de CO_2 dans de l'eau désionisée de telle sorte que ledit CO_2 se situe dans la
5 gamme de 1 % à 10 % en poids dans ladite solution.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé comprend en outre une étape de rinçage dudit substrat en quartz avec de l'eau saturée en CO_2 avant lesdites étapes d'application de ladite solution et de traitement dudit substrat en quartz.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, lesdites étapes d'application desdites solutions, qui contiennent de l'eau et de l'hydroxyde d'ammonium, incluent le fait de faire circuler un écoulement sous pression desdites solutions le long d'une surface desdits substrats en quartz.

Selon une autre caractéristique de l'invention, lesdites étapes, qui incluent
15 le fait de prévoir ledit écoulement sous pression, incluent en outre l'établissement d'une pression dans la gamme de $2,1 \cdot 10^6$ à $6,9 \cdot 10^6$ Pa.

Selon une autre caractéristique de l'invention, ladite étape de traitement dudit substrat en quartz inclut la formation d'une solution aqueuse d'acide sulfurique et de peroxyde d'hydrogène.

20 Selon une autre caractéristique de l'invention, ladite étape de formation de ladite solution aqueuse inclut le fait de régler un rapport de 2:1 dudit acide sulfurique audit peroxyde d'hydrogène.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé comporte en outre une étape de séchage rotatif dudit substrat en quartz à la suite de ladite
25 étape de rinçage renouvelé dudit substrat en quartz.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé comporte en outre une étape de formation d'un matériau structuré sur ledit substrat en quartz, pour la formation d'un masque pour l'ablation par laser.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressorti-
30 ront de la description donnée ci-après prise en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 montre une représentation schématique du procédé pour former des têtes d'impression à jet d'encre au moyen d'une ablation par laser, conformément à l'art antérieur ;
- la Figure 2 est un organigramme illustrant les étapes de formation d'un masque d'ablation par laser conforme à l'invention ;
- la Figure 3 est un schéma-bloc de composants pour le dépôt en phase vapeur de couches sur un substrat en quartz, qui a été nettoyé en utilisant le procédé illustré sur la Figure 2 ; et
- la Figure 4 est un organigramme illustrant les étapes de dépôt d'un empilage diélectrique sur le substrat de la Figure 3.

En se référant à la Figure 2, le procédé pour préparer un substrat en quartz pour le dépôt de couches sur le substrat inclut une étape facultative 26 de polissage du substrat en quartz. L'étape de polissage peut être mise en oeuvre en utilisant des techniques classiques. Dans la forme de réalisation préférée, le processus de nettoyage qui va être décrit ci-après est utilisé pour préparer un substrat en quartz pour l'application d'un empilage diélectrique, qui est structuré pour définir une configuration d'exposition pour la fabrication de têtes d'impression à jet d'encre, comme décrit en référence à la Figure 1.

Une solution de rinçage est mélangée lors de l'étape 28. La solution de rinçage est de l'eau possédant un degré présélectionné de carbonatation. De préférence, la carbonatation intervient pour 1 % à 10 % en poids de la solution de rinçage. La carbonatation produit une conductivité qui réduit le risque d'endommagement apparaissant en tant que résultat de charges statiques produites pendant le processus de nettoyage.

Lorsque la mesure est effectuée en utilisant un appareil de mesure de conductivité disponible dans le commerce et conçu pour l'exécution de telles mesures, la conductivité dans la solution de rinçage se situe de préférence dans la gamme de 5 k.ohms à 50 k.ohms. La conductivité produit une dissipation de charges, en particulier lorsque la solution de rinçage est appliquée d'une manière qui réalise un recouvrement complet de la surface de quartz nettoyée.

Lors de l'étape 30, une solution de nettoyage est mélangée. La solution de nettoyage inclut de l'eau et de l'hydroxyde d'ammonium (NH_4OH). De la même manière que la carbonatation à l'intérieur de la solution de rinçage,

l'hydroxyde d'ammonium fournit un niveau de conductivité qui réduit le risque d'endommagement créé par des charges statiques produites pendant le processus de nettoyage. Un niveau acceptable d'hydroxyde d'ammonium dans la base formée d'eau est compris entre 0,05 % et 3 %. Bien que ceci ne soit pas critique, l'hydroxyde d'ammonium peut être du TEAH (hydroxyde d'ammonium tétraéthyle) ou du TMAH (hydroxyde d'ammonium tétraméthyle). L'ordre des étapes de mélange 28 et 30 et de l'étape optionnelle de polissage 26 n'est pas important pour l'invention.

Une étape de rinçage 32 expose le substrat en quartz à la solution de rinçage. La technique de rinçage n'est pas critique, mais inclut de préférence un revêtement complet de la surface du substrat qui doit être nettoyé. Le revêtement complet du substrat moyennant l'utilisation de la solution de rinçage carbonatée est conçu de manière à dissiper toutes les charges statiques qui peuvent avoir été produites. On peut utiliser des techniques connues pour exécuter l'étape 32, comme par exemple le fait de prévoir un rinçage pendant cinq minutes à l'intérieur du dispositif de rinçage à barboteur.

Lors de l'étape 34, la solution de nettoyage est appliquée au substrat en quartz. De préférence l'application est une application sous pression. Une pression située dans la gamme comprise entre $2,1 \cdot 10^6$ et $6,9 \cdot 10^6$ Pa est préférable. La solution de nettoyage élimine des substances polluantes libres, comme par exemple des particules en suspension dans l'air, qui se sont déposées sur la surface du substrat en quartz.

Une étape 36 d'élimination des substances polluantes organiques inclut l'application d'un acide et de peroxyde d'oxygène au substrat en quartz. Le peroxyde d'hydrogène crée un environnement d'oxydation intense qui facilite le retrait des substances polluantes organiques. L'acide est de préférence de l'acide sulfurique, mais on peut utiliser d'autres acides. Cette étape élimine des matières organiques à l'état de traces, telles que celles qui sont introduites pendant l'étape de polissage 26. Des composés de polissage, tels que des composés de cérium, sont fréquemment utilisés pour le polissage d'un substrat en quartz ou d'une couche de quartz. Si on ne les élimine pas, ces impuretés influent fortement sur la durée de vie de fonctionnement de masques d'ablation par laser. En outre les impuretés créent des défauts qui affectent de

façon nuisible la qualité finale du produit, telle que la qualité des têtes d'impression à jet d'encre qui sont fabriquées pendant le processus d'ablation par laser. La solution, qui est utilisée lors de l'étape 36, peut être formée d'acide sulfurique et de peroxyde d'hydrogène dans des proportions deux pour un. On fait circuler la solution sur la surface du substrat en quartz.

On utilise une étape de rinçage 38 pour éliminer par lavage la solution qui est utilisée lors de l'étape 36. On utilise la solution de rinçage carbonatée, qui a été mélangée lors de l'étape 28. À nouveau l'application préférée est une application lors de laquelle la surface du substrat en quartz est complètement recouverte pour réduire le risque d'endommagement résultant de charges statiques.

Les restes d'acide provenant de l'étape 36 sont neutralisés lors de l'étape 40. La solution de nettoyage provenant de l'étape 30 est appliquée sous haute pression pour éliminer et neutraliser l'acide restant. Cette étape crée également une surface hydrophile, qui est avantageuse lors d'étapes ultérieures de dépôt de couches.

Le substrat en quartz est à nouveau rincé lors de l'étape 42 moyennant l'utilisation de la solution de rinçage gazéifiée. Cette étape peut être une duplication des étapes de rinçage 32 et 38. Ensuite, on fait sécher le substrat lors de l'étape 44. On peut utiliser des techniques connues de séchage comme par exemple le séchage rotatif ou par centrifugation.

Les étapes 26-44 permettent de préparer le substrat en quartz pour le dépôt d'une ou de plusieurs couches, comme indiqué lors de l'étape 46. Le dépôt d'un empilage électrique va être décrit en référence aux Figures 3 et 4.

En référence à la Figure 3, on y voit représenté un système 48 servant à fabriquer un masque d'ablation par laser pour le domaine de l'industrie des têtes d'impression à jet d'encre, comme comportant une chambre à vide 50. Bien que le système soit décrit comme étant conçu pour un traitement de dépôt physique en phase vapeur (PVD), des techniques de création de vide dans une chambre et les techniques de fabrication de couches sont applicables à d'autres procédés.

Un raccord de liaison à la chambre à vide 50 est une liaison avec l'appareillage de dépôt 52. Cet appareillage qui est disponible actuellement, peut

être utilisé. Il existe également trois raccords 54,56 et 58 pour la création du vide, qui sont raccordés à la chambre à vide. Comme cela sera décrit plus loin de façon plus complète, les trois raccords de création du vide sont activés et désactivés de façon indépendante de manière à réaliser une purge de la

5 chambre selon de multiples échelons. Chacun des raccords comprend une soupape 60, 62 et 64. La soupape de dérivation 60 qui aboutit au premier raccord 54 de création d'un vide est activée initialement. La soupape de création d'un vide approximatif 62 est alors activée après que la pression à l'intérieur de la chambre 50 a atteint un point de consigne présélectionné. Le

10 taux maximum de création du vide par le premier raccord 54 est inférieur maximal au taux de création du vide du second raccord 56. Par conséquent l'étape initiale du procédé de création d'un vide approximatif produit moins de turbulences que si l'on utilisait le second raccord 56 lors du stade initial. Étant donné que la chambre est plus sensible aux effets nuisibles induits par des

15 turbulences au début de la création du vide, la capacité réduite du premier raccord peut être choisie pour l'obtention d'une densité plus faible des défauts pour des masques d'ablation par laser. Dans un mode de mise en oeuvre, le second raccord 56 de création du vide possède une ouverture qui est compatible avec la création classique d'un vide approximatif, alors que le premier

20 raccord 54 possède une ouverture qui est inhabituellement petite.

La soupape de dérivation 60 et la soupape 62 de création d'un vide approximatif sont représentées comme étant réunies à une ou plusieurs pompes 66 de création d'un vide approximatif. Dans une forme de réalisation, les soupapes sont raccordées à des pompes séparées. Cependant, dans la forme

25 de réalisation préférée, les soupapes sont reliées à la même pompe, ce qui réduit la dépense pour le système 48. La pompe de création d'un vide approximatif peut être une pompe mécanique classique utilisée dans des systèmes PVD connu.

Le troisième raccord 58 de création de vide est relié à la soupape 64 de

30 création d'un vide poussé, qui est reliée à une pompe à vide poussé 68. La soupape et la pompe peuvent être des dispositifs classiques. Par exemple la pompe à vide poussé peut être une pompe à diffusion, mais on peut utiliser des pompes cryogéniques ou turbomoléculaires. Le troisième raccord 58 est activé après que les premier et second raccords 54 et 56 ont réduit la pression

dans la chambre 50 à une seconde valeur de consigne d'activation. Le processus de création d'un vide approximatif établit dans la chambre un vide réduit, tandis que la pompe à diffusion est à même de réduire la pression dans la chambre à un état de vide poussé. Une valeur de consigne appropriée de la
5 pression pour l'activation de la soupape 64 de création d'un vide poussé est de 20 Pa.

La pression dans la chambre 50 peut être contrôlée moyennant l'utilisation d'une jauge Pirani 70. Cependant on peut utiliser d'autres dispositifs de contrôle connus. La jauge 70 est raccordée à un dispositif de commande
10 72 qui règle l'activation des trois soupapes 60, 62 et 64. Le dispositif de commande inclut un circuit de commutation et peut également inclure le circuit de traitement de signaux servant à déterminer la pression dans la chambre sur la base de signaux provenant de la jauge 70. Le circuit de commutation peut être réalisé sous une forme qui permet un chevauchement
15 des gammes de pression pour l'activation des trois raccords 54, 56 et 58. Sinon la réalisation peut être une réalisation dans laquelle les trois gammes s'excluent mutuellement.

La Figure 4 illustre un organigramme comprenant les étapes de formation d'un masque d'ablation par laser, que l'on peut utiliser dans le système de la
20 Figure 1 pour former des têtes d'impression à jet d'encre. L'étape initiale 76 consiste à positionner un substrat transparent 74 dans la chambre à vide 50 de la Figure 3. Le substrat est de préférence formé de quartz, mais on connaît d'autres matériaux de substrats (par exemple la silice) pour former des masques d'ablation par laser. Lors de l'étape 78, la première étape de la
25 procédure de création d'un vide approximatif est déclenchée. Sur la Figure 3, le premier raccord 54 de création d'un vide approximatif est activé pour commencer la purge de la chambre à vide 50. La soupape de dérivation possède un débit maximum relativement faible de création d'un vide, de sorte que la turbulence à l'intérieur de la chambre soit contrôlée. Par conséquent un
30 avantage d'utiliser la soupape de dérivation est que le système est moins sensible aux apparitions d'une substance particulaire et/ou d'eau venant se déposer sur la surface du substrat. L'application d'une contamination ou d'un liquide sur la surface du substrat augmente la densité des défauts, ce qui réduit la durée de vie de fonctionnement du masque d'ablation par laser. D'autre

part, un facteur intervenant dans le cas de l'utilisation d'un premier raccord, qui a un fonctionnement inhabituellement lent, est que la durée nécessaire pour fabriquer le masque d'ablation par laser est fortement accrue. C'est pourquoi on utilise la seconde étape de la procédure d'établissement d'un vide
5 approximatif.

Lors de l'étape 80, le procédé de contrôle de la pression dans la chambre à vide conduit à la détection du fait que la première valeur de consigne d'activation est atteinte. Pour cette pression, le second raccord 56 de création d'un vide est activé par actionnement de la soupape principale 62 de
10 création d'un vide approximatif, comme indiqué lors de l'étape 82. Le second raccord 56 de création d'un vide à une cadence plus élevée réduit la durée nécessaire pour la procédure de création d'un vide approximatif.

Dans la forme de réalisation sans chevauchement d'un dispositif de commande, la détection de la première valeur de consigne d'activation et le
15 déclenchement de la seconde étape de la procédure de création d'un vide approximatif (c'est-à-dire les étapes 80 et 82) coïncident avec la désactivation du premier raccord 54. Cependant, dans la forme de réalisation à chevauchement de gammes, les gammes d'activation des premier et second raccords 54 et 56 se chevauchent. Cette forme de chevauchement requiert les étapes
20 additionnelles 84 et 86 de détection du moment où la valeur de consigne de désactivation est atteinte, et de désactivation d'un premier raccord 54.

Lors de l'étape 88, la seconde valeur de consigne d'activation/de désactivation est atteinte. Ceci déclenche la désactivation du second raccord 56 de création d'un vide. Simultanément, le raccord 58 de création d'un vide
25 poussé est activé lors de l'étape 90. Lorsque la pression à l'intérieur de la chambre à vide atteint le niveau approprié, le processus de dépôt commence. Facultativement, une couche d'adhérence ou une couche de masquage structurée par détachement peut être appliquée sur le substrat avant l'empilage diélectrique, comme cela est connu dans la technique. Cependant, les couches
30 les plus importantes pour l'invention sont les couches qui sont utilisées pour former l'empilage diélectrique. L'empilage diélectrique est une configuration alternée d'un matériau possédant un indice de réfraction élevé et d'un matériau possédant un indice de réfraction faible. Le tableau 1 est une forme

- de réalisation d'un empilage diélectrique. Le matériau (H) de la couche à indice de réfraction élevé peut être du HfO_2 , tandis que le matériau (L) pour la couche à indice de réfraction faible est de préférence du SiO_2 . Les mesures de l'épaisseur de couche sont basées sur un dispositif de commande de vitesse de dépôt Sycon. La température de revêtement est égale à 275°C et la pression partielle d'oxygène est égale à $13,32 \cdot 10^{-3}$ Pa pour tous les matériaux. Le revêtement résultant est un empilage de dix-huit couches qui est hautement réfléchissant à 248 nm et pour une incidence normale sur un substrat en quartz.

TABLEAU 1

Numéro de la couche	Matériau de la couche	Épaisseur de la couche
1	H	0,831 kÅ
2	L	0,307 kÅ
3	H	0,831 kÅ
4	L	0,307 kÅ
5	H	0,831 kÅ
6	L	0,307 kÅ
7	H	0,831 kÅ
8	L	0,307 kÅ
9	H	0,831 kÅ
10	L	0,307 kÅ
11	H	0,831 kÅ
12	L	0,307 kÅ
13	H	0,831 kÅ
14	L	0,307 kÅ
15	H	0,831 kÅ
16	L	0,307 kÅ
17	H	0,831 kÅ
18	L	0,614 kÅ

- 10 Lors de l'étape 92 de la Figure 4, on a déposé une première couche (H) possédant un indice de réfraction élevé. La vitesse de dépôt pour former l'empilage à dix-huit couches du tableau 1 était de $2,0 \text{ Å/seconde}$, moyennant l'utilisation de $3,0 \text{ grammes/centimètre cubes (g/cc)}$ pour HfO_2 . La vitesse de

dépôt des couches à indice de réfraction élevé est plus faible que la vitesse de dépôt du SiO_2 .

Lors de l'étape 94, on a formé la première couche de SiO_2 de l'empilage. La vitesse optimale de dépôt est de 1 Å/seconde à 3 Å/seconde. En raison des fluctuations inhérentes de la vitesse de dépôt, la gamme pratique préférée s'étend de 1,6 Å/seconde à 2,4 Å/seconde. De façon idéale, la vitesse de dépôt est égale à environ 2,0 Å/seconde. Une vitesse de dépôt supérieure à la gamme optimale définit un processus qui est sensible à une densité élevée de défauts de revêtement. D'autre part, une vitesse de dépôt inférieure à cette gamme peut conduire à une mauvaise adhérence d'une couche de SiO_2 à une couche adjacente.

L'étape de décision 96 est une étape lors de laquelle une détermination est faite pour savoir si la couche, qui a été déposée lors de l'étape 94, est la couche finale de l'empilage diélectrique. Si l'empilage n'est pas terminé, la procédure revient en boucle aux étapes 92 et 94 pour la formation d'une autre paire de couches. Lorsqu'une réponse affirmative est fournie lors de l'étape de décision 96, le processus s'avance à l'étape 98 pour réaliser la configuration du masque d'ablation par laser de manière à former la configuration d'expositions désirée. Dans la forme de réalisation préférée, la configuration d'expositions est conçue pour la fabrication de têtes d'impression à jet d'encre, comme cela a été décrit en référence à la Figure 1.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour traiter un substrat en quartz (74) comprenant les étapes consistant à :

- appliquer une solution (34), qui contient de l'eau et de l'hydroxyde d'ammonium audit substrat en quartz ;
- traiter ledit substrat en quartz avec une solution (36) qui contient du peroxyde d'hydrogène et un acide ;
- rincer ledit substrat en quartz traité (38) avec de l'eau saturée en CO_2 ;
- appliquer une solution (40) qui contient l'eau et l'hydroxyde d'ammonium sur ledit substrat en quartz rincé ; et
- rincer à nouveau ledit substrat en quartz avec de l'eau saturée en CO_2 (42).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites étapes de rinçage (38) et de rinçage renouvelé (42) dudit substrat en quartz (74) incluent chacune la dilution de CO_2 dans de l'eau désionisée (28) de telle sorte que ledit CO_2 se situe dans la gamme de 1 % à 10 % en poids dans ladite solution.

3. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape de rinçage (32) dudit substrat en quartz (74) avec de l'eau saturée en CO_2 avant lesdites étapes d'application de ladite solution (34) et de traitement dudit substrat en quartz (36).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdites étapes d'application desdites solutions (34 et 40), qui contiennent de l'eau et de l'hydroxyde d'ammonium, incluent le fait de faire circuler un écoulement sous pression desdites solutions le long d'une surface desdits substrats en quartz (74).

5. Procédé selon la revendication 4, selon lequel lesdites étapes, qui incluent le fait de prévoir ledit écoulement sous pression (34 et 40), incluent en outre l'établissement d'une pression dans la gamme de $2,1 \cdot 10^6$ à $6,9 \cdot 10^6$ Pa.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite étape de traitement (36) dudit substrat en quartz (74) inclut

la formation d'une solution aqueuse d'acide sulfurique et de peroxyde d'hydrogène.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite étape de formation de ladite solution aqueuse (36) inclut le fait de régler un rapport de
5 2:1 dudit acide sulfurique audit peroxyde d'hydrogène.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de séchage rotatif (44) dudit substrat en quartz (74) à la suite de ladite étape de rinçage renouvelé (42) dudit substrat en quartz.

- 10 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de formation d'un matériau structuré (46) sur ledit substrat en quartz (74), pour la formation d'un masque (18) pour l'ablation par laser.

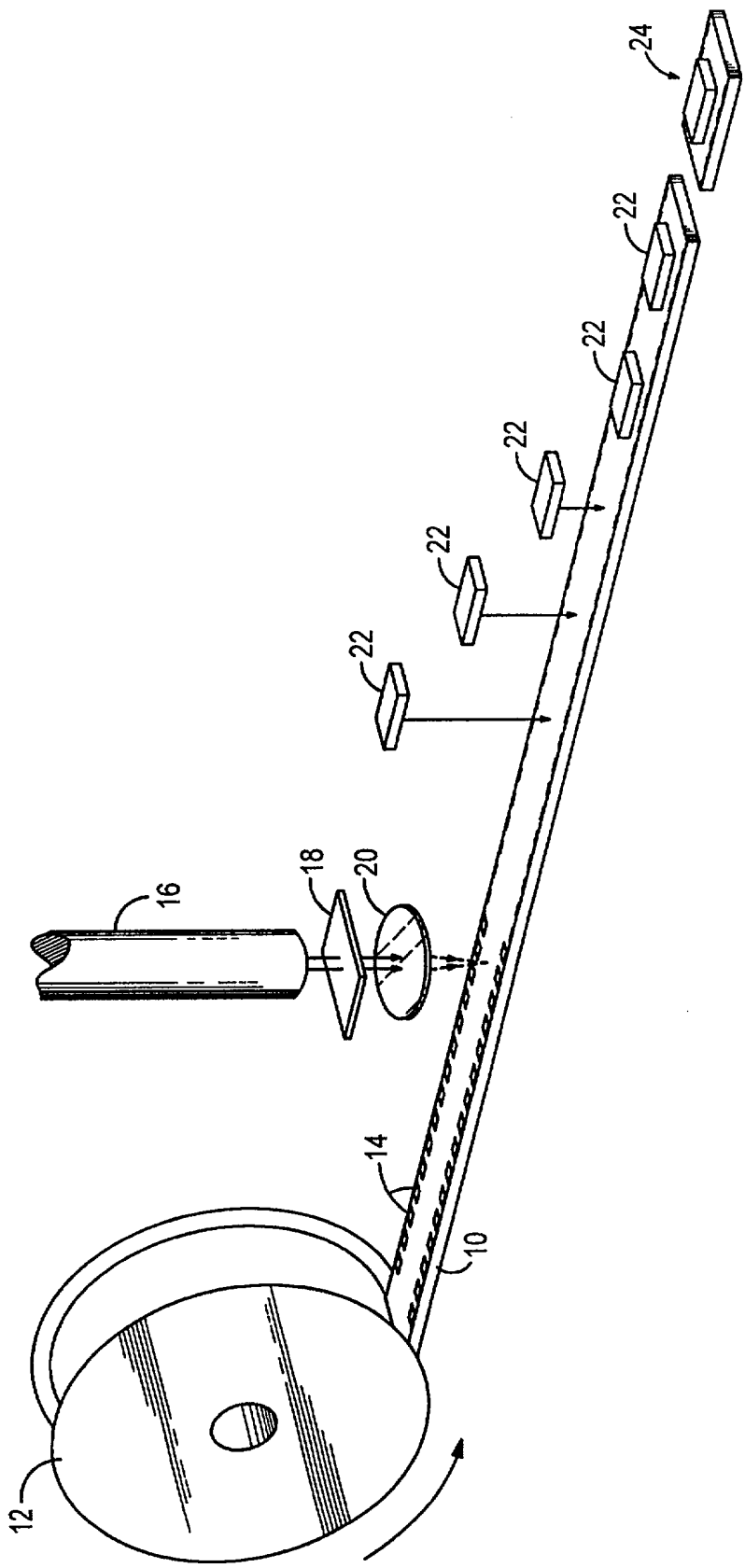


FIG. 1
(ART ANTÉRIEUR)

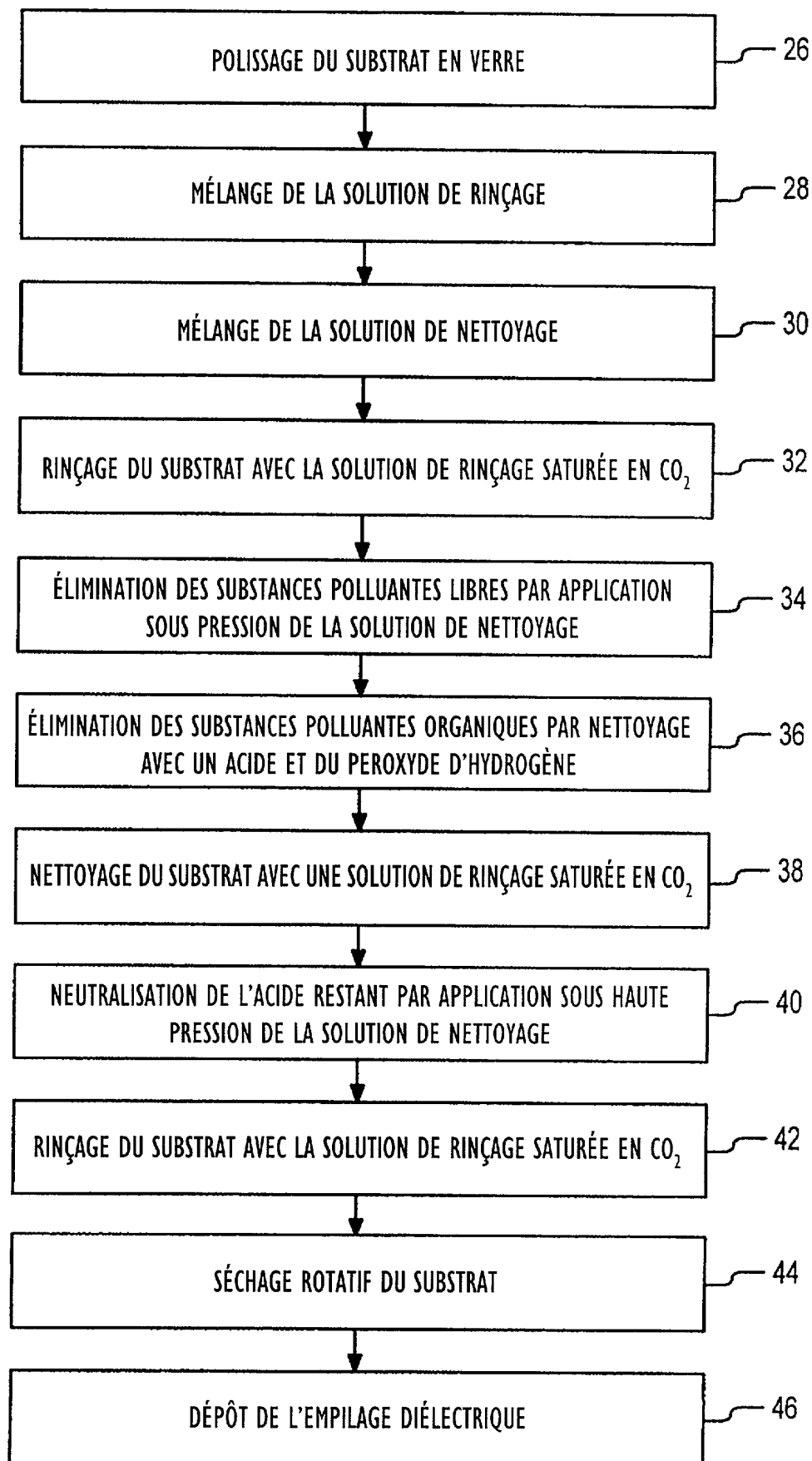


FIG. 2

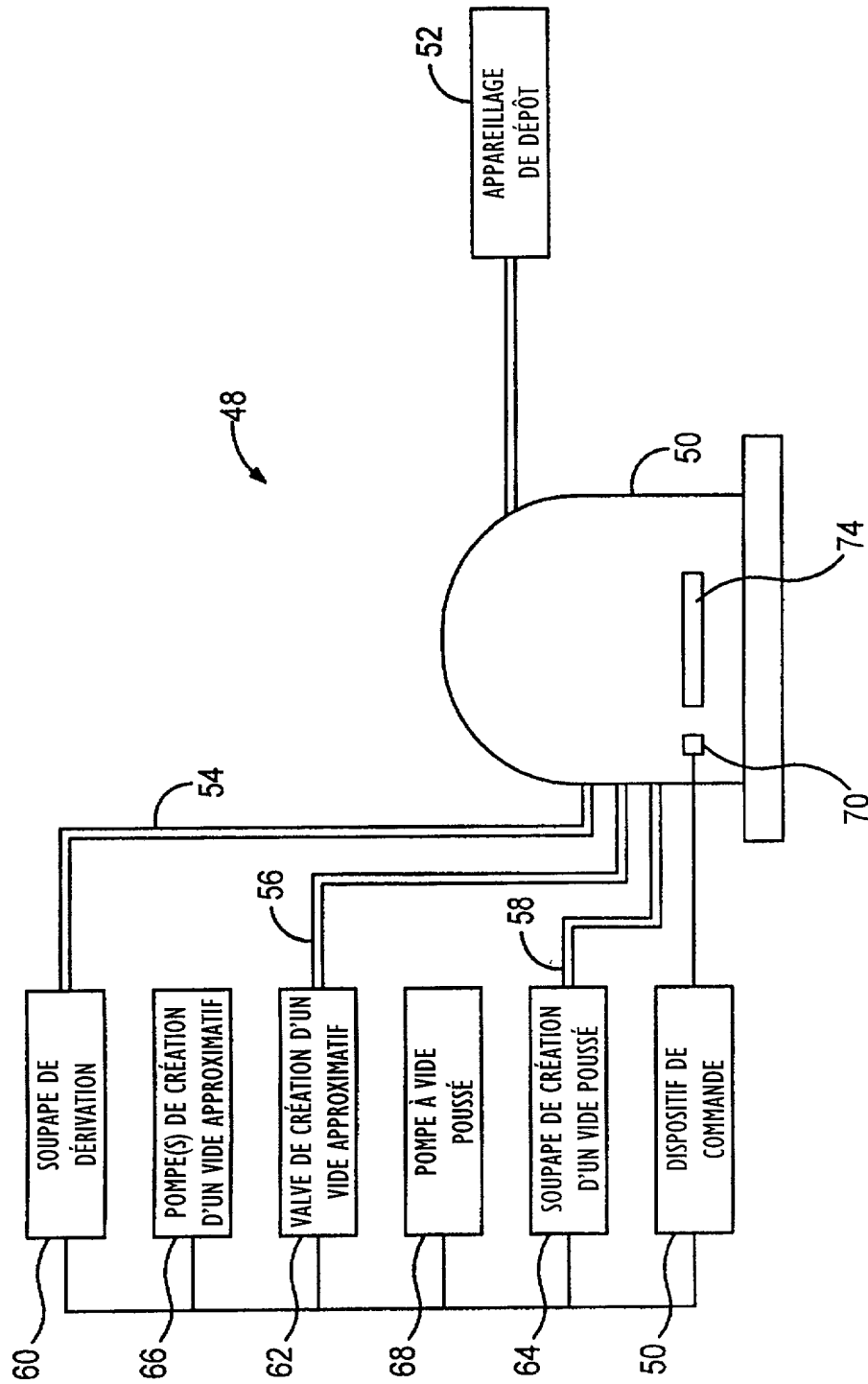


FIG. 3

4/4

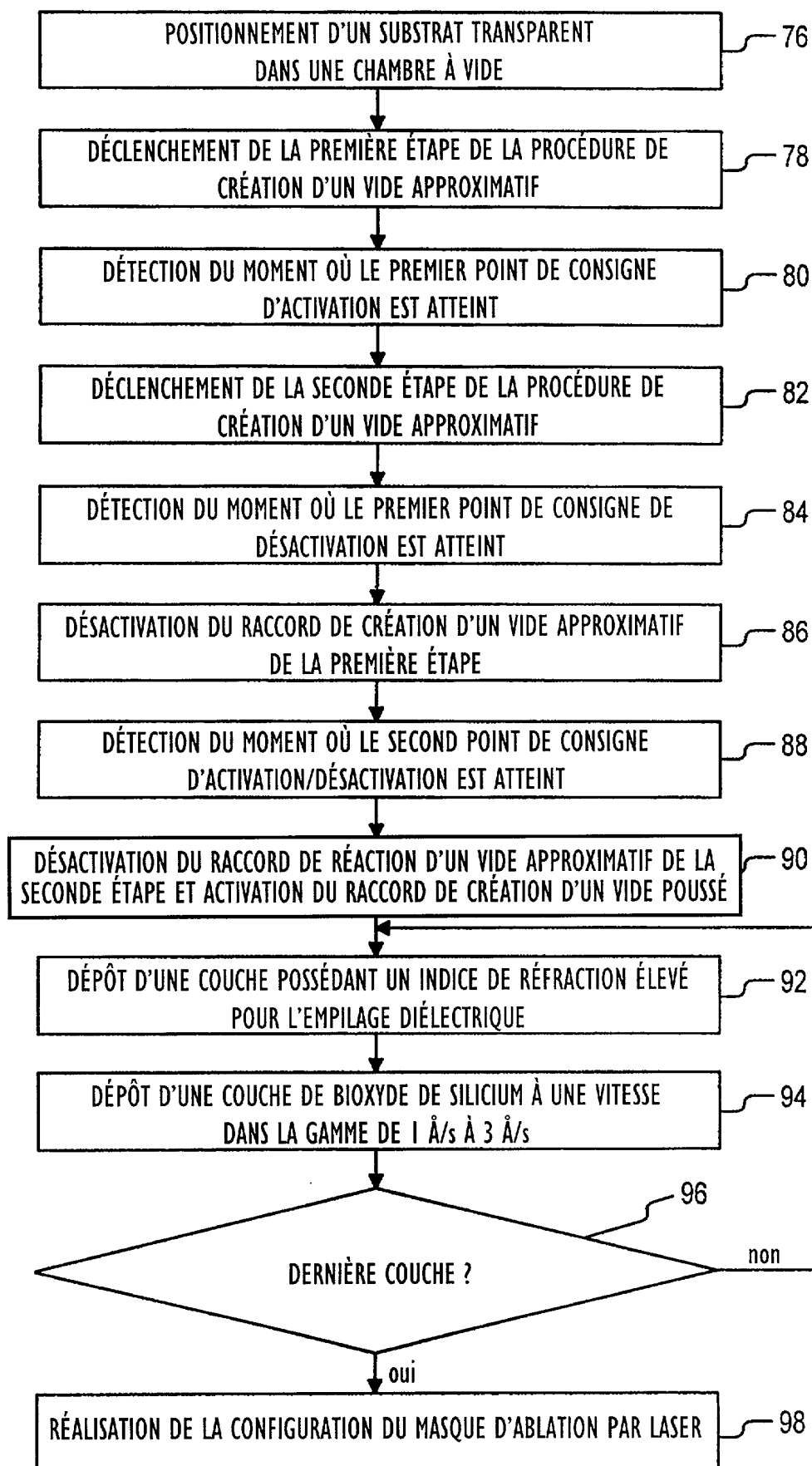


FIG. 4