

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 579 059

②1 N° d'enregistrement national :

86 01507

⑤1 Int Cl⁴ : H 05 H 1/46; H 01 L 21/312, 21/70.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 4 février 1986.

③0 Priorité : US, 5 février 1985, n° 698 357.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 38 du 19 septembre 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : PSISTAR. — US.

⑦2 Inventeur(s) : James F. Battey et Perry A. Diederich.

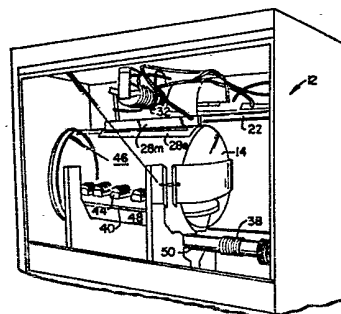
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Rinuy, Santarelli.

⑤4 Réacteur à plasma et procédé pour l'enlèvement d'une matière de réserve photographique.

⑤7 L'invention concerne les réacteurs à plasma utilisés dans
l'industrie des semi-conducteurs.

Un réacteur à plasma 12 comprend notamment une
chambre active 14 munie d'un orifice d'entrée permettant
l'introduction d'un gaz actif. La chambre comporte au moins
une paire d'électrodes 28e adjacentes à l'orifice d'entrée et
connectées à un générateur électrique. Les électrodes créent
un champ électrique adjacent à l'orifice d'entrée qui convertit
le gaz actif en un plasma actif destiné à interagir avec une
matière d'un article à traiter qui est placé dans une région de
la chambre dans laquelle il n'existe pas de champ électrique.
Application à la fabrication des circuits intégrés.



FR 2 579 059 - A1

La présente invention concerne les réacteurs à plasma, et elle porte plus particulièrement sur des réacteurs cylindriques à plasma destinés à enlever la matière de réserve photographique présente sur des tranches de semiconducteurs, ou à attaquer des couches minces de matières telles que l'aluminium, le dioxyde de silicium ou le silicium polycristallin, sur des tranches de silicium sur lesquelles on a formé un motif de matière de réserve photographique en vue d'une opération d'attaque.

10 L'utilisation d'un gaz à l'état de plasma pour traiter des tranches de semiconducteurs est une technique courante. A titre d'exemple, J. Hollahan et A. Bell décrivent diverses techniques de ce type dans l'ouvrage Techniques and Applications of Plasma Chemistry, Ch.9 (1974).

15 On fabrique des composants à semiconducteurs sur une tranche ou un substrat semiconducteur. La matière de la tranche est généralement du silicium. Dans la fabrication de dispositifs semiconducteurs, on utilise un polymère photosensible, qu'on appelle une matière de réserve photographique.

20 Après une exposition sélective à un rayonnement optique, suivie d'un développement chimique, la matière de réserve photographique durcit aux endroits auxquels elle n'a pas été enlevée, et elle protège la tranche sous-jacente contre l'action d'autres agents chimiques. L'utilisation d'un gaz à l'état de plasma est un procédé qu'on peut utiliser pour enlever une matière de réserve photographique présente sur des tranches, après que cette matière a rempli sa fonction de protection.

Le gaz à l'état de plasma qu'on utilise pour enlever une matière de réserve photographique est généralement de l'oxygène. Plus précisément, on expose tout d'abord de l'oxygène diatomique à un champ électrique qui transforme une partie de l'oxygène diatomique en un plasma d'oxygène qui contient de l'oxygène monoatomique, qu'on appelle de façon générale de l'oxygène atomique. L'oxygène atomique est capable de réagir avec la matière de réserve photographique en

35

rompant ses chaînes polymères, ce qui fait que la matière de réserve photographique est enlevée de la tranche de semiconducteur par l'action combinée de l'oxygène atomique et de l'oxygène moléculaire. Les sous-produits résultants comprennent des gaz tels que H_2O , CO et CO_2 .

Des réacteurs à plasma de l'art antérieur destinés à l'enlèvement d'une matière de réserve photographique, dont un exemple est représenté sur la figure 2A, consistent en un réacteur cylindrique en quartz. Un certain nombre de tranches de semiconducteur sont placées à l'intérieur du réacteur, et chacune d'elles porte une couche de matière de réserve photographique sur ses surfaces. Des électrodes en métal sont placées autour du réacteur, et l'une d'elles est connectée à un générateur radiofréquence (RF) fonctionnant à 13,56 MHz ou sur un harmonique de cette fréquence tandis que l'autre est connectée à la masse. Le réacteur en quartz comprend également un collecteur d'entrée de gaz et un collecteur d'évacuation.

D'autres réacteurs à plasma de l'art antérieur, non représentés, consistent en un réacteur à une seule chambre qui comporte une électrode à l'intérieur de la chambre, et le brevet US 4 230 515 montre un bon exemple de ce type de réacteur. En outre, des réacteurs de l'art antérieur consistent en un réacteur à deux chambres dans lequel le plasma est généré dans une chambre et le travail tel que l'enlèvement de la matière de réserve photographique est effectué dans une seconde chambre. Le plasma peut être transféré entre les deux chambres soit par un conduit étroit soit par des tubes étroits. Le principal inconvénient du réacteur à deux chambres réside dans la probabilité de dégénérescence du plasma avant qu'il puisse effectuer l'enlèvement de la matière de réserve photographique, c'est-à-dire que l'oxygène atomique tend à se recombinaison en oxygène diatomique sur les parois du conduit ou des tubes.

Dans des réacteurs à une seule chambre de l'art

antérieur comportant des électrodes externes, les électrodes enveloppent la totalité des côtés du réacteur cylindrique, ce qui fait que le champ électrique emplît tout le volume du réacteur. Cependant, du fait de l'effet de peau électrique de la décharge RF, le courant électrique produit tend à circuler essentiellement le long de la paroi du réacteur. Cet effet est analogue au phénomène selon lequel un courant de haute fréquence circule près de la surface ou de la peau d'un conducteur métallique. Ainsi, la majeure partie de l'oxygène atomique est produite près des parois du réacteur et est pompée hors du réacteur sans passer près des tranches. Le seul oxygène atomique qui intervient dans le processus d'enlèvement est celui qui diffuse vers le centre du réacteur où se trouvent les tranches et qui diffuse ensuite entre les tranches.

Compte tenu de ces défauts de l'art antérieur, un but principal de l'invention est de produire un réacteur à plasma qui soit capable de maximiser l'utilisation des produits du plasma dans l'accomplissement des réactions chimiques désirées. Dans le cas de l'enlèvement d'une matière de réserve photographique, il s'agit de maximiser la réaction de l'oxygène atomique avec la matière de réserve photographique.

Pour atteindre le but ci-dessus ainsi que d'autres, l'invention procure un réacteur à plasma qui comporte une chambre de travail ou chambre active avec au moins un orifice d'entrée qui est conçu de façon à admettre un gaz actif dans la chambre active. De plus, la chambre active est conçue de façon à recevoir au moins un article. On utilise un générateur d'énergie électrique. Une paire d'électrodes, au moins, sont placées en position adjacente à l'orifice d'entrée de la chambre active. Les électrodes, qui sont connectées au générateur, créent en position adjacente à l'orifice d'entrée un champ électrique qui convertit le gaz actif en un plasma actif destiné à interagir avec une matière de l'article. La position du champ électrique, adjacente à l'orifice d'entrée, laisse

une région pratiquement exempte de champ électrique dans la chambre cylindrique, au voisinage de l'article.

De plus, le réacteur à plasma de l'invention comprend un guide d'écoulement de plasma qui est placé à l'intérieur de la chambre active. L'écoulement du gaz ne peut se faire qu'à travers le guide, ce qui renforce l'interaction du gaz avec la matière de l'article. Plus précisément, le guide comprend au moins une ouverture qui est prévue de façon à recevoir l'article et à permettre le passage du gaz.

10 Il faut noter que si la matière qui est traitée est placée au centre du champ électrique utilisé pour créer le plasma, les espèces chimiques présentant un intérêt sont générées et circulent autour des côtés de la matière qui est traitée, sans réagir avec elle d'une manière appréciable. En
15 générant le plasma en amont de la matière qui est traitée, on peut aisément forcer les espèces chimiques intéressantes à circuler dans des positions adjacentes à la matière qui est traitée. On doit effectuer ceci sans faire passer l'écoulement à travers des restrictions étroites qui détruisent les
20 espèces chimiques intéressantes.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, la matière de l'article qui est enlevée par le plasma actif est une matière de réserve photographique. De plus, l'article est une tranche de semiconducteur. Enfin, le plasma actif
25 consiste en oxygène.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre d'un mode de réalisation préféré, et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est une vue en perspective du réacteur
30 à plasma cylindrique de l'invention ;

la figure 2 est une représentation schématique, partiellement en coupe, d'un réacteur à plasma de l'art antérieur ;

la figure 3 est une représentation schématique,
35 partiellement en coupe, du réacteur à plasma cylindrique de

la figure 1 ; et

la figure 4 est une représentation schématique, partiellement en coupe, du guide d'écoulement de plasma du réacteur à plasma cylindrique des figures 1 et 3.

5 En considérant la figure 1, on voit un réacteur à plasma cylindrique, désigné de façon générale par la référence 12. Le réacteur 12 comprend une chambre active ou de travail 14 qui est cylindrique et a la forme générale d'un tonneau. La chambre cylindrique 14 peut avoir un diamètre de 15 à 30 cm ;
10 dans le mode de réalisation préféré, le diamètre de la chambre 14 est de 30 cm. La longueur axiale de la chambre 14 est d'environ 53 cm. La chambre 14 comporte un ensemble d'orifices d'entrée 16 destinés à recevoir un gaz actif, et un ensemble d'orifices d'évacuation 18 destinés à évacuer divers gaz et
15 sous-produits de la chambre 14. Dans le mode de réalisation préféré, il y a quatre orifices d'entrée 16 et cinq orifices d'évacuation 18. En outre, comme la figure 3 le montre le mieux, les orifices d'entrée 16 sont placés dans des positions diamétralement opposées par rapport aux orifices d'évacuation
20 18. Dans le mode de réalisation préféré, la chambre 14 est fabriquée à partir d'une matière inerte classique telle que le quartz.

La chambre 14 est conçue de façon à recevoir un ensemble d'articles 20. Comme il est représenté, les articles 20
25 sont des tranches de semiconducteur, et chacune d'elles porte une couche de matière de réserve photographique lorsque les tranches sont placées dans la chambre 14.

Le réacteur 12 comporte en outre un collecteur d'entrée de gaz 22 qui est placé en position adjacente à la chambre 14. Le collecteur d'entrée de gaz 22 est un tube, également en quartz, qui comporte un ensemble d'orifices 24, et
30 chacun d'eux est en communication avec l'un des orifices d'entrée 16 de la chambre cylindrique. Dans le mode de réalisation préféré, le collecteur d'entrée de gaz 22 comporte quatre orifices 24. Le collecteur d'entrée de gaz 22 est capable d'ame-
35

ner le gaz actif à la chambre cylindrique 14.

Le réacteur comporte un générateur d'énergie électrique radiofréquence (RF), non représenté. Dans le mode de réalisation préféré, la fréquence de l'énergie RF est de 13,56 MHz.

5 Le réacteur 12 comporte en outre une paire d'électrodes d'orifices d'entrée 28e et 30e, qui sont placées en position adjacente aux orifices d'entrée 16 de la chambre cylindrique, comme la figure 3 le montre le mieux. Chacune des électrodes 28e et 30e, qui est fabriquée à partir d'un métal conducteur tel que le cuivre, présente une configuration légèrement
10 courbe, de façon à suivre la courbure de la chambre 14. Les électrodes 28e et 30e sont capables de créer un champ électrique dans la chambre cylindrique 14, en position adjacente aux orifices d'entrée 16. Ce champ électrique d'orifices d'entrée
15 E_e convertit alors le gaz actif en un plasma actif. En outre, la position du champ électrique d'orifices d'entrée E_e délimite dans la chambre 14 une région FR pratiquement exempte de champ électrique, en position adjacente aux articles 20.

Il existe également une paire d'électrodes de collecteur 28m et 30m, qui sont placées en position adjacente au
20 collecteur d'entrée de gaz 22. Chacune des électrodes de collecteur 28m et 30m est une plaque s'étendant de façon générale en direction verticale, qui est placée d'un côté ou de l'autre du collecteur 22, comme la figure 3 le montre le mieux. Les
25 électrodes 28m et 30m sont également fabriquées à partir d'un métal conducteur tel que le cuivre. Les électrodes de collecteur 28m et 30m sont capables de créer un champ électrique dans le collecteur 22. Le champ électrique de collecteur E_m convertit une partie du gaz actif en plasma actif avant que le gaz
30 actif n'entre dans la chambre 14. L'action combinée du champ électrique de collecteur E_m et du champ électrique d'orifices d'entrée E_e convertit efficacement le gaz actif pour donner le plasma actif désiré.

Bien que les électrodes 28e et 28m et les électrodes
35 30e et 30m soient décrites et revendiquées sous la forme

d'électrodes séparées et discrètes, on pourrait fabriquer les électrodes 28e et 28m sous la forme d'une seule électrode, et les électrodes 30e et 30m sous la forme d'une seule électrode. De plus, les électrodes de collecteur 28m et 30m ne sont pas
5 obligatoires dans tous les cas. Bien que le champ électrique de collecteur E_m que génèrent les électrodes 28m et 30m contribue effectivement à la conversion efficace du gaz actif en plasma actif, la suppression de ce champ ne nuit pas à la conversion globale du gaz actif en plasma actif par le champ
10 électrique d'orifices d'entrée E_e seul.

Le réacteur 12 comprend également un guide d'écoulement de plasma 40 qui est placé à l'intérieur de la chambre cylindrique 14. Le guide 40 est un plateau plat, en forme de planchette, qui comporte un ensemble d'ouvertures 42. Les ou-
15 vertures 42 remplissent deux fonctions et la première d'entre elles est de recevoir des tranches 20. On place tout d'abord les tranches 20 dans un réceptacle de tranches classique 44, qu'on appelle de façon générale une nacelle porte-tranches. Chaque nacelle porte-tranches 44 est capable de recevoir plu-
20 sieurs tranches, comme la figure 4 le montre le mieux. Les tranches placées dans la nacelle 44 sont suffisamment espacées les unes par rapport aux autres pour que l'oxygène atomique puisse circuler entre elles et réagir avec la matière de réserve photographique qui se trouve sur les tranches. On
25 place ensuite dans l'ouverture 42 la nacelle 44, qui est fabriquée à partir d'une matière inerte telle que du quartz.

La seconde fonction, plus importante, du plateau 40 est de restreindre l'écoulement du gaz actif et de le diriger uniquement vers les tranches 20. Le gaz actif cesse
30 d'être un plasma lorsqu'il quitte le champ électrique. Dans un réacteur de l'art antérieur tel que celui représenté sur la figure 2, une quantité notable du gaz actif, ou dans ce cas du plasma, ne peut jamais venir en contact avec les tranches 120. Ceci est dû au fait qu'il existe dans la
35 chambre 114 un espace suffisant pour permettre une dérive

libre du plasma. Au contraire, le plateau 40 a une configuration telle qu'il divise la chambre 14 en deux régions, à savoir une région active 46 et une région d'évacuation 48. Les ouvertures 42 constituent la seule communication entre ces
5 deux régions. Cette structure oblige le gaz actif à passer uniquement à travers les ouvertures 42, qui se trouvent immédiatement au-dessous des tranches 20. De ce fait, tout le plasma s'écoule en passant entre les tranches 20 et réagit avec la matière de réserve photographique. Le plateau 40, qui
10 a des dimensions approximatives de 53 cm x 23 cm x 0,3 cm, est fabriqué à partir d'une matière non réactive, telle que de l'aluminium anodisé dur. On peut également fabriquer le plateau 40 en quartz.

Le réacteur 12 comporte en outre un collecteur
15 d'évacuation 50 qui est placé en position adjacente à la chambre 14. Le collecteur d'évacuation 50 est un tube, également en quartz, qui comporte un certain nombre d'orifices 52. Chacun de ces orifices est en communication avec l'un des orifices d'évacuation 18 de la chambre cylindrique. Dans le
20 mode de réalisation préféré, le collecteur d'évacuation 50 comporte cinq orifices 52. Le collecteur d'évacuation 50 est capable d'évacuer de la chambre 14 tout plasma actif restant, ainsi que des sous-produits gazeux de la réaction entre le plasma et la matière de réserve photographique.

25 Au cours de l'utilisation, on place tout d'abord dans les ouvertures 42 du plateau 40 des nacelles porte-tranches 44 contenant chacune plusieurs tranches 20. On fait ensuite dans la chambre 14 un vide modéré, d'environ 100 Pa. On fait le vide en employant une pompe classique, non représentée, qui est reliée au conduit d'évacuation 50. On introduit
30 dans la chambre 14 de l'oxygène diatomique, qui est le gaz actif, par le collecteur d'entrée de gaz 22. Une source d'oxygène diatomique, non représentée, est reliée au collecteur d'entrée de gaz 22.

35 On met ensuite en fonction le générateur RF, ce qui

fait que les électrodes 28e, 28m, 30e et 30m génèrent des champs électriques à la fois dans le collecteur d'entrée de gaz 22 et dans la chambre 14. Les champs électriques produits, E_e et E_m , décomposent l'oxygène diatomique en oxygène mono-atomique, qui constitue le gaz actif. Le champ électrique dans le collecteur 22 convertit en plasma une faible fraction du gaz actif avant que le gaz n'entre par les orifices 16 de la chambre 14. La partie restante du gaz actif est convertie en plasma par le champ électrique qui existe en position adjacente aux orifices d'entrée 16 de la chambre. La position du champ électrique d'orifices d'entrée E_e oblige tout le gaz actif à traverser le champ, ce qui améliore la conversion du gaz en plasma.

Le chemin qu'emprunte le gaz actif en circulant dans la chambre 14 est imposé par le plateau de guidage 40. Au lieu de faire des méandres dans la chambre 14, comme c'est le cas pour le plasma dans des chambres de l'art antérieur, il ne peut sortir qu'en traversant les ouvertures 42. Du fait que les tranches 20 sont placées immédiatement au-dessus des ouvertures 42, tout le plasma doit passer entre les tranches 20. Du fait que ceci augmente le nombre d'interactions entre l'oxygène et la matière de réserve photographique, la durée nécessaire pour accomplir entièrement le processus d'enlèvement de la matière de réserve photographique est raccourcie.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au dispositif décrit et représenté, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Réacteur à plasma, caractérisé en ce qu'il comprend : une chambre active (14) comportant au moins un orifice d'entrée (16), cette chambre active étant conçue de façon à recevoir au moins un article (20), et l'orifice d'entrée (16) étant conçu de façon à admettre un gaz actif dans la chambre active (14) ; un générateur d'énergie électrique ; et au moins une paire d'électrodes (28e, 30e) placées en position adjacente à l'orifice d'entrée (16) de la chambre active, ces électrodes, qui sont connectées au générateur, créant au voisinage de l'orifice d'entrée (16) un champ électrique (E_e) qui convertit le gaz actif en un plasma actif destiné à interagir avec une matière de l'article (20), et cette configuration crée en aval de la région de génération de plasma une région exempte de champ électrique dans laquelle l'article (20) est placé.

2. Réacteur à plasma selon la revendication 1, caractérisé en ce que la région exempte de champ électrique a une forme conçue de façon à guider l'écoulement du plasma actif lorsque ce dernier passe au niveau de l'article (20) à traiter.

3. Réacteur à plasma cylindrique, caractérisé en ce qu'il comprend : une chambre active (14) de forme générale cylindrique, comportant au moins un orifice d'entrée (16), cette chambre cylindrique étant conçue de façon à recevoir au moins un article (20) et l'orifice d'entrée (16) de la chambre cylindrique étant conçu de façon à admettre un gaz actif dans la chambre cylindrique (14) ; un générateur d'énergie électrique ; et au moins une paire d'électrodes (28e-30e) placées en position adjacente à l'orifice d'entrée (16) de la chambre cylindrique, ces électrodes, qui sont connectées au générateur, créant au voisinage de l'orifice d'entrée (16) un champ électrique (E_e) qui convertit le gaz actif en un plasma actif destiné à interagir avec une matière de l'article (20), grâce à quoi la position du champ électrique

(E_e) au voisinage de l'orifice d'entrée (16) favorise une conversion efficace du gaz actif en plasma actif.

4. Réacteur à plasma cylindrique, caractérisé en ce qu'il comprend : une chambre active (14) de forme générale cylindrique, comportant au moins un orifice d'entrée (16), cette chambre cylindrique étant conçue pour recevoir au moins un article (20) ; un collecteur d'entrée de gaz (22) placé en position adjacente à la chambre cylindrique, ce collecteur d'entrée de gaz (22) comprenant au moins un orifice (24) qui communique avec l'orifice d'entrée (16) de la chambre cylindrique (14), et ce collecteur d'entrée de gaz (22) étant conçu pour amener un gaz actif dans la chambre cylindrique (14) ; un générateur d'énergie électrique ; et au moins une paire d'électrodes (28e, 30e ; 28m, 30m) placées de façon adjacente à la fois à l'orifice d'entrée (16) de la chambre cylindrique et au collecteur d'entrée de gaz (22), ces électrodes, qui sont connectées au générateur, créant un champ électrique qui convertit le gaz actif en un plasma actif capable d'interagir avec la matière de l'article (20).

5. Réacteur à plasma cylindrique, caractérisé en ce qu'il comprend : une chambre active (14) de forme générale cylindrique comportant au moins un orifice d'entrée (16), cette chambre active (14) étant conçue de façon à recevoir au moins un article (20) ; un collecteur d'entrée de gaz (22) placé en position adjacente à la chambre cylindrique (14), ce collecteur d'entrée de gaz (22) comportant au moins un orifice (24) qui communique avec l'orifice d'entrée (16) de la chambre cylindrique, et ce collecteur d'entrée de gaz (22) étant conçu de façon à amener un gaz actif dans la chambre cylindrique (14) ; un générateur d'énergie électrique ; au moins une paire d'électrodes d'orifices d'entrée (28e-30e) placées en position adjacente à l'orifice d'entrée (16) de la chambre cylindrique, ces électrodes, qui sont connectées au générateur, créant dans la chambre cylindrique, au voisinage de l'orifice d'entrée (16), un champ électrique (E_e) qui con-

12.

vertit le gaz actif en un plasma actif ; et au moins une paire d'électrodes de collecteur (28m-30m) placées en position adjacente au collecteur d'entrée de gaz (22), ces électrodes de collecteur (28m, 30m), qui sont également connectées au générateur, créant dans le collecteur (22) un champ électrique (E_m) qui convertit une partie du gaz actif en un plasma actif, avant que ce gaz actif n'entre dans la chambre cylindrique (14), grâce à quoi le champ électrique de collecteur (E_m) et le champ électrique d'orifices d'entrée (E_e) convertissent efficacement le gaz actif en plasma actif destiné à interagir avec une matière de l'article (20).

6. Réacteur à plasma, caractérisé en ce qu'il comprend : une chambre active (14) ayant au moins un orifice d'entrée (16) destiné à admettre un gaz actif dans la chambre active (14), et cette chambre active étant conçue de façon à recevoir au moins un article (20) ; un générateur d'énergie électrique ; au moins une paire d'électrodes (28e, 30e) placées autour de la chambre active (14), ces électrodes, qui sont connectées au générateur, créant un champ électrique (E_e) qui convertit le gaz actif en un plasma actif ; et un guide d'écoulement de plasma (40) placé à l'intérieur de la chambre active (14) pour restreindre l'écoulement du plasma actif, grâce à quoi l'écoulement du plasma actif ne peut s'effectuer qu'à travers le guide, ce qui renforce l'interaction entre le plasma actif et une matière de l'article (20).

7. Réacteur à plasma selon la revendication 6, caractérisé en ce que le guide d'écoulement de plasma (40) comporte au moins une ouverture (42) qui est conçue de façon à recevoir l'article (20) et à permettre le passage du plasma actif.

8. Réacteur à plasma cylindrique, caractérisé en ce qu'il comprend : une chambre active (14) de forme générale cylindrique, comportant au moins un orifice d'entrée (16), cette chambre cylindrique étant conçue de façon à recevoir au moins un article (20) ; un collecteur d'entrée de gaz (22)

placé en position adjacente à la chambre cylindrique, ce collecteur d'entrée de gaz (22) comportant au moins un orifice (24) qui communique avec l'orifice d'entrée (16) de la chambre cylindrique (14), et ce collecteur d'entrée de gaz (22) 5 étant conçu de façon à amener un fluide actif dans la chambre cylindrique ; un générateur d'énergie électrique radiofréquence ; au moins une paire d'électrodes d'orifices d'entrée (28e, 30e) placées en position adjacente à l'orifice d'entrée (16) de la chambre cylindrique, ces électrodes, qui sont connectées au générateur, créant dans la chambre cylindrique, en 10 position adjacente à l'orifice d'entrée (16), un champ électrique (E_e) qui convertit le gaz actif en un plasma actif ; au moins une paire d'électrodes de collecteur (28m, 30m) placées en position adjacente au collecteur d'entrée de gaz (22), 15 ces électrodes de collecteur (28m, 30m), qui sont également connectées au générateur, créant dans le collecteur un champ électrique (E_m) qui convertit une partie du gaz actif en un plasma actif, avant que le gaz actif n'entre dans la chambre cylindrique, grâce à quoi le champ électrique de collecteur (E_m) et le champ électrique d'orifices d'entrée (E_e) conver- 20 tissent efficacement le gaz actif en plasma actif ; et un guide d'écoulement de plasma (40) placé à l'intérieur de la chambre cylindrique (14) pour restreindre l'écoulement du plasma actif, l'écoulement du plasma actif ne pouvant se faire 25 qu'à travers le guide (40), de façon à renforcer l'interaction du plasma actif avec une matière de l'article (20).

9. Réacteur à plasma cylindrique selon l'une quelconque des revendications 3, 5 ou 8, caractérisé en ce que la position du champ électrique (E_e) adjacent à l'orifice d'en- 30 trée (16) délimite dans la chambre cylindrique (14) une région pratiquement exempte de champ électrique, au voisinage de l'article (20), en aval de la région de génération de plasma.

10. Réacteur à plasma cylindrique selon la revendication 9 prise avec la revendication 8, caractérisé en ce que 35 le guide d'écoulement de plasma (40) consiste en un plateau

de forme générale plane, semblable à une planchette, qui comporte au moins une ouverture (42) prévue pour recevoir l'article (20) et pour permettre le passage du plasma actif.

11. Réacteur à plasma cylindrique selon l'une quel-
5 conque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite matière de l'article (20) est une matière de réserve photographique.

12. Réacteur à plasma cylindrique selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'article (20) consiste en
10 une tranche de semiconducteur.

13. Réacteur à plasma cylindrique selon la revendication 12, caractérisé en ce que le plasma actif consiste en oxygène.

14. Réacteur à plasma cylindrique selon l'une quel-
15 conque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la matière de l'article (20) est une couche mince d'aluminium, de dioxyde de silicium ou de silicium polycristallin sur des tranches de silicium sur lesquelles on a formé un motif de matière de réserve photographique et qui sont prêtes pour une
20 opération de gravure.

15. Procédé pour faire interagir un plasma actif avec un article (20) qui est placé à l'intérieur d'une chambre active (14), caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes : on place l'article dans une position active
25 à l'intérieur de la chambre (14) ; on introduit un gaz actif dans la chambre (14) en un emplacement distant de la position active ; on établit un champ électrique (E_e) pour convertir le gaz actif en un plasma actif destiné à interagir avec une matière de l'article (20) ; et on confine le champ électrique
30 dans une région immédiatement adjacente à l'emplacement auquel le gaz actif est introduit dans la chambre active (14), grâce à quoi le plasma actif interagit avec la matière de l'article (20) dans la position active dans laquelle il n'existe pratiquement pas de champ électrique.

35 16. Procédé pour faire interagir un plasma actif

avec un article (20) qui est placé à l'intérieur d'une chambre active (14), caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes : on place l'article (20) dans une position active à l'intérieur de la chambre (14) ; on introduit un gaz actif
5 dans la chambre (14) en un emplacement éloigné de la position active ; on établit un champ électrique (E_e) pour convertir le gaz actif en un plasma actif destiné à interagir avec une matière de l'article (20) ; et on restreint l'écoulement du plasma actif de façon à renforcer l'interaction du plasma ac-
10 tif avec la matière de l'article (20).

17. Procédé pour faire interagir un plasma actif avec un article (20) qui est placé à l'intérieur d'une chambre active (14), caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes : on place l'article (20) dans une position active à
15 l'intérieur de la chambre (14) ; on introduit un gaz actif dans la chambre (14) en un emplacement éloigné de la position active ; on établit un champ électrique (E_e) pour convertir le gaz actif en un plasma actif destiné à interagir avec une matière de l'article (20) ; on confine le champ électrique
20 (E_e) dans une région immédiatement adjacente à l'emplacement auquel le gaz actif est introduit dans la chambre active (14), grâce à quoi le plasma actif interagit avec la matière de l'article (20) à la position active dans laquelle il n'existe pratiquement pas de champ électrique ; et on restreint l'écou-
25 lement du plasma actif de façon à renforcer l'interaction du plasma actif avec la matière de l'article (20).

18. Procédé pour faire interagir un plasma actif avec un article selon l'une quelconque des revendications 15, 16 ou 17, caractérisé en ce que ladite matière de l'article
30 (20) est une matière de réserve photographique.

19. Procédé pour faire interagir un plasma actif avec un article selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'article (20) est une tranche de semiconducteur.

20. Procédé pour faire interagir un plasma actif
35 avec un article selon la revendication 19, caractérisé en ce

que le plasma actif consiste en oxygène.

21. Procédé pour faire interagir un plasma actif avec un article selon l'une quelconque des revendications 15, 16 ou 17, caractérisé en ce que la matière de l'article (20) 5 est une couche mince d'aluminium, de dioxyde de silicium ou de silicium polycristallin formée sur des tranches de silicium sur lesquelles on a défini un motif de matière de réserve photographique et qui sont prêtes à subir une opération de gravure.

