

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :

2 952 226

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national :

10 58977

51 Int Cl⁸ : H 01 L 21/673 (2006.01), H 01 L 21/3065

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.11.10.

30 Priorité : 02.11.09 US 61/257250.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.05.11 Bulletin 11/18.

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) : LAM RESEARCH CORPORATION—US.

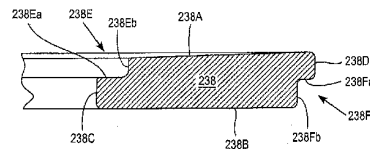
72 Inventeur(s) : KOSHIISHI AKIRA, MANI SATHYA, BHATTACHARYYA GAUTAM, BETTENCOURT GREGORY R. et CHAO SANDY.

73 Titulaire(s) : LAM RESEARCH CORPORATION.

74 Mandataire(s) : SANTARELLI.

54 ANNEAU DE BORD CHAUD AVEC SURFACE SUPÉRIEURE EN PENTE.

57 Anneau de bord chaud avec une durée de vie prolongée comprenant un corps annulaire ayant une surface supérieure en pente. L'anneau de bord chaud comprend un gradin sous-jacent d'un bord extérieur d'un substrat semi-conducteur supporté dans une chambre de traitement au plasma dans laquelle on utilise du plasma pour traiter le substrat. Le gradin comprend une surface verticale qui entoure le bord extérieur du substrat et la surface supérieure en pente s'étend vers le haut et vers l'extérieur à partir de la périphérie supérieure de la surface verticale. (Voir Figure 4).



FR 2 952 226 - A1



Contexte

[0001] On utilise des appareils de traitement au plasma pour traiter des substrats semi-conducteurs par des techniques incluant l'attaque chimique, le dépôt physique en phase vapeur (PVD pour "Physical Vapor Deposition"), le dépôt chimique en phase vapeur (CVD pour "Chemical Vapor Deposition") et l'enlèvement de résist. Un type d'appareil de traitement au plasma utilisé dans le traitement au plasma comprend une chambre de réaction contenant des électrodes supérieure et inférieure. De l'énergie radio-fréquence (RF) est appliquée entre les électrodes pour exciter un gaz de traitement pour en faire un plasma pour le traitement de substrats semi-conducteurs dans la chambre de réaction.

[0002] Un défi auquel doivent faire face les concepteurs de chambres de traitement au plasma est que les conditions d'attaque au plasma créent un bombardement ionique non négligeable des surfaces de la chambre de traitement qui sont exposées au plasma. Ce bombardement ionique, combiné avec des propriétés chimiques de plasma et/ou des sous-produits d'attaque, peut produire une érosion, une corrosion et une corrosion-érosion non négligeables des surfaces exposées au plasma de la chambre de traitement. Un autre défi est de maîtriser l'uniformité de vitesse d'attaque sur tout un substrat semi-conducteur (par exemple, un substrat en silicium), en particulier, pour rendre la vitesse d'attaque au centre du substrat égale à la vitesse d'attaque au bord. Pour atténuer de telles non-uniformités, on a mis en œuvre un anneau de bord chaud et un anneau sous-jacent de couplage HF se montant autour du substrat. L'anneau de bord chaud est une pièce consommable et nécessite un nettoyage ou un remplacement régulier. Il est souhaitable d'augmenter la durée de vie de l'anneau de bord chaud afin d'allonger le temps moyen entre le nettoyage ou le remplacement et de diminuer le coût de

la possession. On va décrire ici un anneau de bord chaud avec une durée de vie sous RF prolongée.

Résumé

[0003] Un anneau de bord chaud est adapté pour
5 entourer un substrat semi-conducteur supporté dans une
chambre de traitement au plasma dans laquelle du plasma est
engendré, l'anneau de bord chaud comprenant un corps
annulaire ayant une surface intérieure verticale et une
surface supérieure en pente. Le corps annulaire est
10 constitué pour être supporté sur une surface annulaire
d'appui d'un support de substrat. La surface verticale
intérieure entoure le support de substrat, et la surface
supérieure en pente s'étend vers le haut et vers
l'extérieur à partir de la périphérie du substrat semi-
15 conducteur.

[0004] Dans un mode préféré de réalisation, la surface
intérieure a un diamètre d'environ 297 mm (11,7 pouces), la
surface supérieure en pente a une largeur d'environ 19 mm
(0,75 pouce), un premier gradin a une surface horizontale
20 avec un diamètre extérieur d'environ 302 mm (11,9 pouces),
pratiquement perpendiculaire à l'axe central de l'anneau de
bord chaud, et s'étendant vers l'extérieur à partir de la
périphérie supérieure de la surface intérieure, le premier
gradin possède une surface verticale avec une hauteur
25 d'environ 1,9 mm (0,075 pouce), pratiquement parallèle à
l'axe central de l'anneau de bord chaud et s'étendant vers
le haut depuis la périphérie extérieure de la surface
horizontale et jusqu'à la périphérie intérieure de la
surface supérieure en pente, et l'angle d'ouverture de la
30 surface tronconique de la surface supérieure en pente est
d'environ 175° à 179°.

[0005] Dans le mode préféré de réalisation, la surface
extérieure a un diamètre d'environ 340 mm (13,4 pouces), le
second gradin possède une surface verticale avec une
35 hauteur d'environ 2,8 mm (0,11 pouce), pratiquement
parallèle à l'axe central de l'anneau de bord chaud et

s'étendant vers le haut depuis la périphérie extérieure de la surface inférieure, le second gradin possède une surface horizontale avec un diamètre intérieur d'environ 338 mm (13,3 pouces), pratiquement perpendiculaire à l'axe central de l'anneau de bord chaud, et s'étendant vers l'extérieur
5 de l'anneau de bord chaud, et s'étendant vers l'extérieur depuis la périphérie supérieure de la surface verticale et jusqu'à la périphérie inférieure de la surface extérieure.

[0006] L'anneau de bord peut être fait de silicium monocristallin dopé au bore, à faible résistivité, avec une
10 résistivité d'environ 5 à 100 $m\Omega \cdot cm$ ou de SiC formé par CVD ayant une résistivité de 5 000 ohm-cm, ou moins.

[0007] Dans un autre mode de réalisation, l'anneau de bord chaud comprend un méplat à un seul emplacement le long de la périphérie intérieure de l'anneau de bord chaud et un
15 seul trou s'étendant entre la surface supérieure en pente et la surface inférieure de l'anneau de bord chaud. Dans ce mode de réalisation, le trou a un diamètre d'environ 7,6 mm (0,3 pouce) avec le centre du trou à environ 163 mm (6,4
20 pouces) du centre de l'anneau de bord chaud et le méplat est situé du côté opposé de l'anneau de bord chaud par rapport à l'emplacement du trou, le méplat étant situé à
25 environ 147 mm (5,8 pouces) du centre de l'anneau de bord chaud et le méplat se trouvant dans un plan axial parallèle à l'axe central de l'anneau de bord chaud, le plan axial
étant perpendiculaire à une ligne radiale passant par le centre de l'anneau de bord chaud.

Brève description des figures

[0008] La figure 1 représente une partie d'un mode de réalisation d'un assemblage d'électrode en pomme d'arrosoir et d'un support de substrat pour un appareil de traitement
30 au plasma.

[0009] La figure 2 montre une vue agrandie de la zone A de la figure 1.

[0010] La figure 3A est une vue de dessus d'un anneau
35 de bord chaud de la figure 2.

[0011] La figure 3B est une vue en perspective de l'anneau de bord chaud de la figure 2.

[0012] La figure 3C est une vue en coupe transversale de l'anneau de bord chaud de la figure 2.

5 [0013] La figure 4 est une vue agrandie de la région A de la figure 3C.

[0014] La figure 5A est une vue de dessus d'un anneau de bord chaud avec une configuration modifiée et la figure 5B est une vue en coupe transversale de l'anneau de bord
10 chaud montré à la figure 5A.

Description détaillée

[0015] Comme les dispositifs à circuits intégrés continuent de diminuer en ce qui concerne à la fois leur taille physique et leurs tensions de mise en œuvre, les rendements de fabrication qui leur sont associés deviennent
15 plus sensibles à la contamination par des particules et des impuretés métalliques. Par conséquent, la fabrication de dispositifs à circuits intégrés ayant des tailles physiques plus petites exige que le niveau de contamination par des
20 particules ou du métal devienne inférieur à ce qui était considéré antérieurement comme acceptable.

[0016] La fabrication des dispositifs à circuits intégrés comprend l'utilisation de chambres de traitement au plasma. Une chambre de traitement au plasma peut être
25 constituée pour attaquer chimiquement des couches choisies d'un substrat semi-conducteur. Une telle chambre de traitement est constituée pour recevoir des gaz de traitement tandis que de l'énergie radio-fréquence (RF) est appliquée à une ou plusieurs électrodes dans la chambre de
30 traitement. La pression à l'intérieur de la chambre de traitement est également commandée pour le traitement particulier. Lors de l'application de l'énergie RF voulue à l'électrode ou aux électrodes, les gaz de traitement dans la chambre sont activés, ce qui crée un plasma. Le plasma
35 est ainsi engendré pour effectuer une attaque chimique voulue des couches choisies du substrat semi-conducteur.

[0017] Un défi auquel doivent faire face les concepteurs de chambres de traitement au plasma est que les conditions d'attaque au plasma créent un bombardement ionique non négligeable des surfaces de la chambre de traitement qui sont exposées au plasma. Ce bombardement ionique, combiné avec des propriétés chimiques de plasma et/ou des sous-produits d'attaque, peut produire une érosion, une corrosion et une corrosion-érosion non négligeables des surfaces exposées au plasma de la chambre de traitement. Il en résulte que des matériaux de surface sont enlevés par attaque physique et/ou chimique, incluant l'érosion, la corrosion et/ou la corrosion-érosion. Cette attaque provoque des problèmes comprenant de courtes durées de vie des pièces, des coûts de pièces accrus, la contamination par des particules, la contamination par des métaux de transition sur le substrat et une dérive du traitement. Les pièces avec des durées de vie relativement courtes sont communément appelées des consommables. Les courtes durées de vie des pièces consommables augmentent le coût de la possession.

[0018] Un autre défi est de maîtriser l'uniformité de vitesse d'attaque sur tout un substrat semi-conducteur (par exemple, un substrat en silicium), en particulier, pour rendre la vitesse d'attaque au centre du substrat égale à la vitesse d'attaque au bord. Par conséquent, les conditions aux frontières du substrat sont de préférence conçues pour obtenir une certaine uniformité sur tout le substrat en ce qui concerne des paramètres comme la composition des gaz de traitement, la pression des gaz de traitement, la température de substrat, l'énergie RF et la densité de plasma.

[0019] Certaines chambres de traitement au plasma sont conçues pour avoir de l'énergie RF appliquée à une électrode sous tension sous-jacente d'une électrode d'accrochage électrostatique, dont toutes les deux sont incorporées dans un support de substrat qui supporte un

substrat semi-conducteur subissant le traitement au plasma. Cependant, étant donné que le bord extérieur du substrat peut être en saillie par rapport à l'électrode inférieure et/ou que le trajet d'impédance RF allant de l'électrode sous tension à travers l'électrode d'accrochage électro-
5 statique et le substrat jusqu'au plasma peut être différent du trajet d'impédance RF allant d'une partie externe de l'électrode sous tension jusqu'au plasma, une densité non uniforme du plasma qui en résulte au bord du substrat peut
10 conduire à un traitement non uniforme du substrat.

[0020] Pour atténuer de telles non-uniformités, on a mis en œuvre un anneau de bord chaud et un anneau sous-jacent de couplage RF se montant autour du substrat. On peut obtenir une uniformité de plasma améliorée en
15 prévoyant un trajet d'impédance RF qui est similaire au centre et au bord d'un substrat subissant le traitement au plasma. On peut manipuler le trajet d'impédance RF par le choix des matières et/ou des dimensions de l'anneau de couplage HF.

[0021] L'anneau de bord chaud protège l'anneau de couplage RF de l'attaque par le plasma. L'anneau de bord chaud est une pièce consommable et nécessite un nettoyage ou un remplacement régulier. Il est souhaitable d'étendre
20 la durée de vie de l'anneau de bord chaud afin d'augmenter le temps moyen entre le nettoyage ou le remplacement et de
25 diminuer le coût de possession. On va décrire ici un anneau de bord chaud avec une durée de vie sous RF prolongée.

[0022] La figure 1 représente un exemple de mode de réalisation d'un assemblage 110 d'électrode en pomme
30 d'arrosoir pour une chambre de traitement au plasma dans laquelle sont traités des substrats semi-conducteurs, par exemple des substrats de silicium. L'assemblage 110 d'électrode en pomme d'arrosoir comprend une électrode en
35 pomme d'arrosoir incluant une électrode supérieure 112, un élément 114 de renfort fixé à l'électrode supérieure 112 et une plaque 116 de commande thermique. On peut trouver des

détails de ces agencements dans les numéros de publication de brevets US cédés communément 2008/0308228, 2008/0090417 et 2005/0733160, cités ici à titre de référence. Un support 118 de substrat (dont seulement une partie est montrée à la figure 1) incluant une électrode inférieure et une électrode d'accrochage électrostatique (par exemple, un mandrin électrostatique) est placé sous l'électrode supérieure 112 dans la chambre de traitement au plasma. Un substrat 120 soumis au traitement au plasma est accroché de manière électrostatique sur une surface 122 d'appui de substrat du support 118 de substrat (par exemple, un mandrin électrostatique).

[0023] Dans le mode de réalisation représenté, l'électrode supérieure 112 de l'électrode en pomme d'arrosoir comprend un élément interne 124 d'électrode et un élément externe optionnel 126 d'électrode de n'importe quelle matière ou combinaison de matières appropriée comme du silicium monocristallin de haute pureté, du silicium polycristallin, du carbure de silicium (SiC). L'élément interne 124 d'électrode est de préférence une plaque cylindrique (par exemple, une plaque composée de silicium). L'élément interne 124 d'électrode peut avoir un diamètre inférieur, égal ou supérieur à un substrat à traiter, par exemple, jusqu'à 300 mm (12 pouces) ou plus si la plaque est faite de silicium. Dans un mode de réalisation préféré, l'assemblage 110 d'électrode en pomme d'arrosoir est assez grand pour traiter de grands substrats, comme des substrats semi-conducteurs ayant un diamètre de 300 mm ou plus. Pour des substrats de 300 mm, l'électrode supérieure 112 est d'au moins 300 mm de diamètre. Cependant, l'assemblage d'électrode en pomme d'arrosoir peut être dimensionné pour traiter d'autres tailles de substrat ou des substrats ayant une conformation non circulaire.

[0024] Dans le mode de réalisation représenté, l'élément interne 124 d'électrode est plus large que le substrat 120. Pour le traitement de substrat de 300 mm,

l'élément externe 126 d'électrode est prévu pour augmenter le diamètre de l'électrode supérieure 112 d'environ 380 mm (15 pouces) à environ 430 mm (17 pouces). L'élément externe 126 d'électrode peut être un élément continu (par exemple, un anneau continu de silicium polycristallin) ou un élément segmenté (par exemple, incluant de 2 à 6 segments distincts agencés en une conformation annulaire, comme des segments composés de silicium). Dans des modes de réalisation de l'électrode supérieure 112 qui comprennent un élément externe 126 d'électrode à segments multiples, les segments ont de préférence des bords qui se recouvrent les uns les autres pour protéger de l'exposition au plasma une matière d'accrochage sous-jacente. On peut trouver des détails de ces agencements dans le numéro de publication de brevet US cédé communément 2007/ 0187038, cité ici à titre de référence.

[0025] L'élément interne 124 d'électrode comprend de préférence de multiples conduits 128 de gaz s'étendant à travers, et en correspondance avec, de multiples conduits 130 de gaz formés dans l'élément 114 de renfort pour injection de gaz de traitement dans un espace entre l'électrode supérieure 112 et le support 118 de substrat. L'élément 114 de renfort comprend de multiples collecteurs 132 pour distribuer des gaz de traitement aux conduits 128 et 130 de gaz dans l'élément interne 124 d'électrode et dans l'élément 114 de renfort, respectivement.

[0026] Le silicium est une matière préférée pour les surfaces exposées au plasma de l'élément interne 124 d'électrode et de l'élément externe 126 d'électrode. Le silicium monocristallin de haute pureté minimise la contamination des substrats pendant le traitement au plasma et aussi s'use doucement durant le traitement au plasma, en minimisant ainsi les particules. D'autres matières qui peuvent être utilisées pour les surfaces exposées au plasma de l'électrode supérieure 112 comprennent le silicium polycristallin, le SiC ou l'AlN, par exemple. Dans le mode

de réalisation représenté, l'élément 114 de renfort comprend une plaque 134 de renfort fixée à l'électrode interne 124 et un anneau 136 de renfort fixé à l'électrode externe 126, en s'étendant autour de la périphérie de la plaque 134 de renfort. Dans le mode de réalisation, l'élément interne 124 d'électrode a la même étendue que la plaque 134 de renfort, et l'élément externe 126 d'électrode a la même étendue que l'anneau périphérique 136 de renfort. Toutefois, la plaque 134 de renfort peut s'étendre au-delà de l'élément interne 124 d'électrode de sorte que l'on peut utiliser une seule plaque de renfort pour supporter l'élément interne 124 d'électrode et l'élément externe 126 d'électrode. L'élément interne 124 d'électrode et l'élément externe 126 d'électrode sont fixés à l'élément 114 de renfort de préférence par une matière d'accrochage et/ou par des éléments mécaniques de fixation.

[0027] La plaque 130 de renfort et l'anneau 136 de renfort sont faits de préférence d'une matière qui est compatible chimiquement avec les gaz de traitement utilisés pour le traitement des substrats semi-conducteurs dans la chambre de traitement au plasma, et qui est conductrice de l'électricité et de la chaleur. Des exemples de matières appropriées qui peuvent être utilisées pour réaliser l'élément 114 de renfort comprennent l'aluminium, les alliages d'aluminium, le graphite et le SiC.

[0028] L'électrode supérieure 112 peut être fixée à la plaque 134 de renfort et à l'anneau 136 de renfort avec une matière d'accrochage appropriée à base d'élastomère conducteur de la chaleur et de l'électricité qui absorbe les contraintes thermiques et qui transfère l'énergie calorifique et électrique entre l'électrode supérieure 112 et les plaque 134 de renfort et anneau 136 de renfort. L'utilisation d'élastomères pour accrocher ensemble des surfaces d'un assemblage d'électrodes est décrite, par exemple, dans le numéro de brevet US détenu communément 6,073,577, qui est cité ici par référence dans sa totalité.

[0029] Dans une chambre de traitement au plasma couplée de façon capacitive, on peut aussi utiliser une masse secondaire en plus de l'électrode de masse. Par exemple, le support 118 de substrat peut inclure une
5 électrode inférieure qui est alimentée en énergie RF à une ou plusieurs fréquences et un gaz de traitement peut être délivré à l'intérieur de la chambre à travers l'électrode 112 en pomme d'arrosoir qui est une électrode supérieure mise à la masse. Une masse secondaire, située à l'extérieur
10 de l'électrode inférieure dans le support 118 de substrat peut inclure une partie électriquement mise à la masse qui s'étend globalement dans un plan contenant le substrat 120 à traiter mais séparée du substrat 120 par un anneau 138 de bord chaud. L'anneau 138 de bord chaud peut être d'une
15 matière électriquement conductrice ou semi-conductrice qui s'échauffe pendant la production de plasma.

[0030] Pour maîtriser l'uniformité de vitesse d'attaque sur le substrat 120 et pour rendre la vitesse d'attaque au centre du substrat égale à la vitesse
20 d'attaque au bord du substrat, les conditions aux frontières du substrat sont de préférence conçues pour assurer une continuité sur tout le substrat en ce qui concerne l'exposition chimique du bord de substrat, la pression de traitement et l'intensité de champ RF. Afin de
25 minimiser la contamination de substrat, l'anneau 138 de bord chaud est fabriqué à partir d'une matière compatible avec le substrat lui-même. La matière de l'anneau 138 de bord chaud est essentiellement du silicium monocristallin dopé au bore à faible résistivité avec une résistivité
30 entre environ 5 et 100 m Ω .cm.

[0031] La figure 2 représente les environs d'un anneau 238 de bord chaud monté sur le support 218 de substrat. Le support 218 de substrat comprend une paroi verticale
extérieure 218A, une surface annulaire 218B d'appui et une
35 surface 222 de support de substrat. La paroi latérale verticale extérieure 218A s'étend vers le haut à partir de

la surface annulaire 218B d'appui ; et la surface 222 de support de substrat est circulaire et s'étend vers l'intérieur à partir de la paroi latérale verticale extérieure 218A. Lorsque le substrat 120 est placé sur la surface 222 de support de substrat, le substrat 120 fait saillie de la surface 222 de support de substrat, de sorte que le bord du substrat 120 s'étend au-delà de la paroi latérale verticale extérieure 218A et sur l'anneau 238 de bord chaud. L'anneau 238 de bord chaud est conformé pour être supporté sur un anneau 240 de couplage HF placé sur la surface annulaire 218B d'appui.

[0032] Les figures 3A, 3B, 3C et 4 montrent des détails d'un mode de réalisation de l'anneau 238 de bord chaud. L'anneau 238 de bord chaud est un corps annulaire ayant une surface intérieure 238C, une surface extérieure 238D, une surface supérieure 238A, une surface inférieure 238B, un gradin 238E entre la surface supérieure 238A et la surface intérieure 238C, et un gradin 238F entre la surface inférieure 238B et la surface extérieure 238D. La surface inférieure 238B est une surface annulaire pratiquement perpendiculaire à l'axe central de l'anneau 238 de bord chaud. La surface intérieure 238C est pratiquement parallèle à l'axe central de l'anneau 238 de bord chaud, s'étend d'environ 3 mm (0,12 pouce) ("environ" tel qu'utilisé ici signifie $\pm 10\%$) vers le haut à partir de la périphérie intérieure de la surface inférieure 238B, et a un diamètre d'environ 297 mm (11,7 pouces). Le gradin 238E possède une surface horizontale 238Ea et une surface verticale 238Eb. La surface horizontale 238Ea est pratiquement perpendiculaire à l'axe central de l'anneau 238 de bord chaud, s'étend vers l'extérieur d'environ 2,5 mm (0,1 pouce) à partir de la périphérie supérieure de la surface intérieure 238C, et a un diamètre extérieur d'environ 302 mm (11,9 pouces). La surface verticale 238Eb est pratiquement parallèle à l'axe central de l'anneau 238 de bord chaud, s'étend d'environ 1,9 mm (0,075 pouce) vers

le haut à partir de la périphérie extérieure de la surface horizontale 238Ea. Le gradin 238F possède une surface horizontale 238Fa et une surface verticale 238Fb. La surface verticale 238Fb est pratiquement parallèle à l'axe central de l'anneau 238 de bord chaud, s'étend d'environ 2,8 mm (0,11 pouce) vers le haut par rapport à la périphérie extérieure de la surface inférieure 238B, et a un diamètre d'environ 338 mm (13,3 pouces). La surface horizontale 238Fa est pratiquement perpendiculaire à l'axe central de l'anneau 238 de bord chaud, s'étend vers l'extérieur à partir de la périphérie supérieure de la surface verticale 238Fb, et a un diamètre extérieur d'environ 340 mm (13,4 pouces). La surface extérieure 238D est pratiquement parallèle à l'axe central de l'anneau 238 de bord chaud, s'étend d'environ 2,5 mm (0,10 pouce) vers le haut par rapport à la périphérie extérieure de la surface horizontale 238Fa. La surface supérieure 238A est une surface tronconique s'étendant d'environ 19 mm (0,75 pouce) par rapport à la périphérie supérieure de la surface verticale 238Eb jusqu'à la périphérie supérieure de la surface extérieure 238D. L'angle d'ouverture de la surface tronconique de la surface supérieure 238A est d'environ 177°. Les coins intérieurs et extérieurs entre les surfaces 238A, 238D, 238Fa, 238Fb, 238B, 238C, 238Ea et 238Eb sur l'anneau 238 de bord chaud sont de préférence arrondis à des rayons entre environ 0,05 et 1,3 mm (0,002 et 0,05 pouce).

[0033] La surface supérieure en pente 238A de l'anneau 238 de bord chaud donne forme à la gaine de plasma de sorte que la durée de vie de l'anneau 238 de bord chaud est prolongée de façon optimale. L'angle optimal d'ouverture de la surface tronconique de la surface supérieure 238A peut varier en fonction du traitement au plasma effectué dans la chambre. Par exemple, à divers niveaux de puissance utilisés pour l'attaque au plasma avec des propriétés chimiques différentes des gaz d'attaque pour attaquer des couches différentes sur des substrats semi-conducteurs,

l'angle d'ouverture peut être fixé à un angle d'environ 175° à 179°.

[0034] Durant le traitement d'un substrat semi-conducteur dans une chambre de traitement au plasma équipée avec l'anneau 238 de bord chaud, le substrat est supporté sur le support 218 de substrat qui est entouré par l'anneau 238 de bord chaud. Un gaz de traitement est introduit dans la chambre de traitement au plasma, qui est mise sous tension pour donner l'état de plasma, afin de traiter le substrat. Dans un mode de réalisation, le traitement du substrat peut comprendre le dépôt de matières conductrices ou diélectriques. Dans un autre mode de réalisation, le traitement du substrat peut inclure l'attaque au plasma à haute densité de métaux, de diélectriques ou le décapage de photorésists. Par exemple, le traitement du substrat peut comprendre l'attaque d'ouvertures dans une matière diélectrique en utilisant du gaz d'attaque à base de fluorocarbone ou d'hydrofluorocarbone, suivie par un nettoyage au plasma in situ.

[0035] Selon un mode supplémentaire de réalisation, l'anneau de bord chaud peut être fait de carbure de silicium (SiC), de préférence du SiC à haute pureté (une pureté supérieure à 99,9 %, de préférence supérieure à 99,9995 %) fabriqué par dépôt chimique en phase vapeur (CVD). La résistivité du SiC obtenu par CVD est de préférence inférieure à 5 000 ohm-cm. Par exemple, la résistivité peut être de 1 à 5 000 ohm-cm, par exemple, de 80 à 100 ohm-cm, de 1 à 20 ohm-cm ou moins de 0,1 ohm-cm.

[0036] Comme le montre la figure 5A, un anneau 300 de bord chaud ayant les dimensions et la conformation de l'anneau 238 de bord peut comprendre en outre un trou traversant 302 s'étendant entre la surface supérieure en pente 304 et la surface inférieure 306. Le trou traversant 302 peut avoir un diamètre uniforme d'environ 7,6 mm (0,3 pouce), le centre du trou étant situé à environ 163 mm (6,4 pouces) du centre de l'anneau 300 de bord chaud. La

figure 5B est une coupe transversale de l'anneau 300 de bord chaud à l'emplacement du trou 302. Le trou 302 peut inclure un rayon de 0,1 à 0,4 mm (0,005 à 0,015 pouce) au droit de son bord supérieur et un chanfrein à 45° de 0,25 mm (0,010 pouce) de large au droit de son bord inférieur. L'anneau 300 de bord chaud peut aussi comprendre un méplat 308 sur sa périphérie intérieure 310. Par exemple, la périphérie intérieure 310 peut avoir un diamètre de 295 à 297 mm (11,6 à 11,7 pouces) et le méplat 308 peut être situé à environ 147 mm (5,8 pouces) du centre de l'anneau 300 de bord. Le trou 302 peut être légèrement décalé par rapport au centre du méplat 308. Par exemple, le trou 302 peut être à l'opposé du méplat 308 avec le centre du trou 302 décalé d'environ 2° par rapport au point central du méplat 308. Le méplat 308 se trouve dans un plan axial parallèle à l'axe central de l'anneau 300 de bord chaud dans lequel le plan axial est perpendiculaire à une ligne radiale passant par le centre de l'anneau 300 de bord chaud. Le trou 302 reçoit une broche de prélèvement qui fournit une contre-réaction sur la polarisation électrique de la plaquette subissant le traitement au plasma. Le méplat 308 est utilisé pour aligner une plaquette ayant un méplat destiné à l'alignement de plaquette et à son orientation précise.

25 **[0037]** Bien que l'on ait décrit en détail l'anneau de bord chaud avec une durée de vie prolongée en se référant à des modes spécifiques de réalisation de celui-ci, il apparaîtra à ceux qui sont expérimentés dans l'art que divers changements et modifications peuvent être apportés et que l'on peut employer des équivalents.

REVENDICATIONS

1. Anneau de bord chaud conformé pour entourer un substrat semi-conducteur dans une chambre de traitement au plasma dans laquelle du plasma est engendré et utilisé pour
- 5 traiter le substrat semi-conducteur, la chambre de traitement au plasma comprenant : un support de substrat comprenant une paroi latérale verticale s'étendant entre une surface annulaire d'appui s'étendant vers l'extérieur et une surface circulaire de support de substrat, le
- 10 support de substrat étant conformé de façon que le substrat semi-conducteur soit supporté sur la surface de support de substrat et qu'un bord en saillie du substrat semi-conducteur s'étende au-delà de la paroi latérale verticale extérieure ; un anneau de couplage de radio-fréquence (RF)
- 15 supporté sur la surface annulaire d'appui ; et l'anneau de bord chaud supporté sur l'anneau de couplage RF ; l'anneau de bord chaud incluant un corps annulaire comprenant :
- une surface inférieure conformée pour être supportée sur l'anneau de couplage RF ;
- 20 une surface intérieure s'étendant vers le haut à partir de la périphérie intérieure de la surface inférieure et conformée pour entourer la paroi latérale verticale ;
- un premier gradin s'étendant vers l'extérieur à partir de la périphérie supérieure de la surface intérieure et
- 25 vers le bas à partir de la périphérie intérieure d'une surface supérieure en pente, et conformé pour se trouver au-dessous du bord en saillie du substrat semi-conducteur ;
- la surface supérieure en pente comprenant une surface tronconique s'étendant vers l'extérieur et vers le haut à
- 30 partir d'une périphérie supérieure du premier gradin ;
- une surface extérieure s'étendant vers le bas à partir d'une périphérie extérieure de la surface supérieure en pente ; et
- un second gradin s'étendant vers l'intérieur à partir
- 35 d'une périphérie inférieure de la surface extérieure et

vers le haut à partir d'une périphérie extérieure de la surface inférieure.

2. Anneau de bord chaud selon la revendication 1, dans lequel :

5 la surface intérieure a un diamètre d'environ 297 mm (11,7 pouces) ;

la surface supérieure en pente a une largeur d'environ 19 mm (0,75 pouce) ;

10 le premier gradin possède une surface horizontale avec un diamètre extérieur d'environ 302 mm (11,9 pouces), pratiquement perpendiculaire à l'axe central de l'anneau de bord chaud, et s'étendant vers l'extérieur à partir d'une périphérie supérieure de la surface intérieure ;

15 le premier gradin possède une surface verticale avec une hauteur d'environ 1,9 mm (0,075 pouce), pratiquement parallèle à l'axe central de l'anneau de bord chaud et s'étendant vers le haut à partir d'une périphérie extérieure de la surface horizontale jusqu'à une périphérie intérieure de la surface supérieure en pente ;

20 un angle d'ouverture de la surface tronconique de la surface supérieure en pente est d'environ 175° à 179°.

3. Anneau de bord chaud selon la revendication 1, dans lequel :

25 la surface extérieure a un diamètre d'environ 340 mm (13,4 pouces) ;

30 le second gradin possède une surface verticale avec une hauteur d'environ 2,8 mm (0,11 pouce), pratiquement parallèle à l'axe central de l'anneau de bord chaud et s'étendant vers le haut à partir d'une périphérie extérieure de la surface inférieure ;

le second gradin possède une surface horizontale avec un diamètre intérieur d'environ 338 mm (13,3 pouces), pratiquement perpendiculaire à l'axe central de l'anneau de bord chaud, et s'étendant vers l'extérieur depuis une 35 périphérie supérieure de la surface verticale jusqu'à une périphérie inférieure de la surface extérieure.

4. Anneau de bord chaud selon la revendication 1, dans lequel l'angle d'ouverture de la surface tronconique de la surface supérieure en pente est de 177°.

5. Anneau de bord chaud selon la revendication 1, constitué essentiellement de silicium monocristallin dopé au bore à faible résistivité avec une résistivité entre environ 5 et 100 mΩ·cm.

6. Anneau de bord chaud selon la revendication 1, constitué essentiellement de carbure de silicium.

10 7. Anneau de bord chaud selon la revendication 1, constitué de SiC formé par CVD ayant une résistivité de 5000 ohm-cm, ou moins.

8. Anneau de bord chaud selon la revendication 1, comprenant en outre un méplat à un seul emplacement le long d'une périphérie intérieure de l'anneau de bord chaud et un seul trou s'étendant entre la surface supérieure en pente et la surface inférieure de l'anneau de bord chaud.

9. Anneau de bord chaud selon la revendication 8, dans lequel le trou a un diamètre d'environ 7,6 mm (0,3 pouce) avec le centre du trou à environ 163 mm (6,4 pouces) du centre de l'anneau de bord chaud et le méplat est situé du côté opposé de l'anneau de bord chaud par rapport à l'emplacement du trou, le méplat étant situé à environ 147 mm (5,8 pouces) du centre de l'anneau de bord chaud et le méplat se trouvant dans un plan axial parallèle à l'axe central de l'anneau de bord chaud, le plan axial étant perpendiculaire à une ligne radiale passant par le centre de l'anneau de bord chaud.

10. Chambre de traitement au plasma comprenant :
30 un support de substrat comprenant une paroi latérale verticale s'étendant entre une surface annulaire d'appui s'étendant vers l'extérieur et une surface circulaire de support de substrat, le support de substrat étant conformé de façon qu'un substrat semi-conducteur soit supporté sur
35 la surface de support de substrat et qu'un bord en saillie

du substrat semi-conducteur s'étende vers l'extérieur au-delà de la paroi latérale verticale ;

un anneau de couplage RF supporté sur la surface annulaire d'appui ; et

5 l'anneau de bord chaud selon la revendication 1 supporté sur l'anneau de couplage RF.

11. Chambre de traitement au plasma selon la revendication 10, dans lequel le support de substrat comprend en outre un mandrin électrostatique utilisable
10 pour accrocher le substrat semi-conducteur sur la surface de support de substrat.

12. Procédé de traitement d'un substrat semi-conducteur, le procédé comprenant :

le transport d'un substrat semi-conducteur jusque dans
15 la chambre de traitement au plasma selon la revendication 10 et le support du substrat sur le support de substrat ;

l'introduction d'un gaz de traitement dans la chambre de traitement au plasma ;

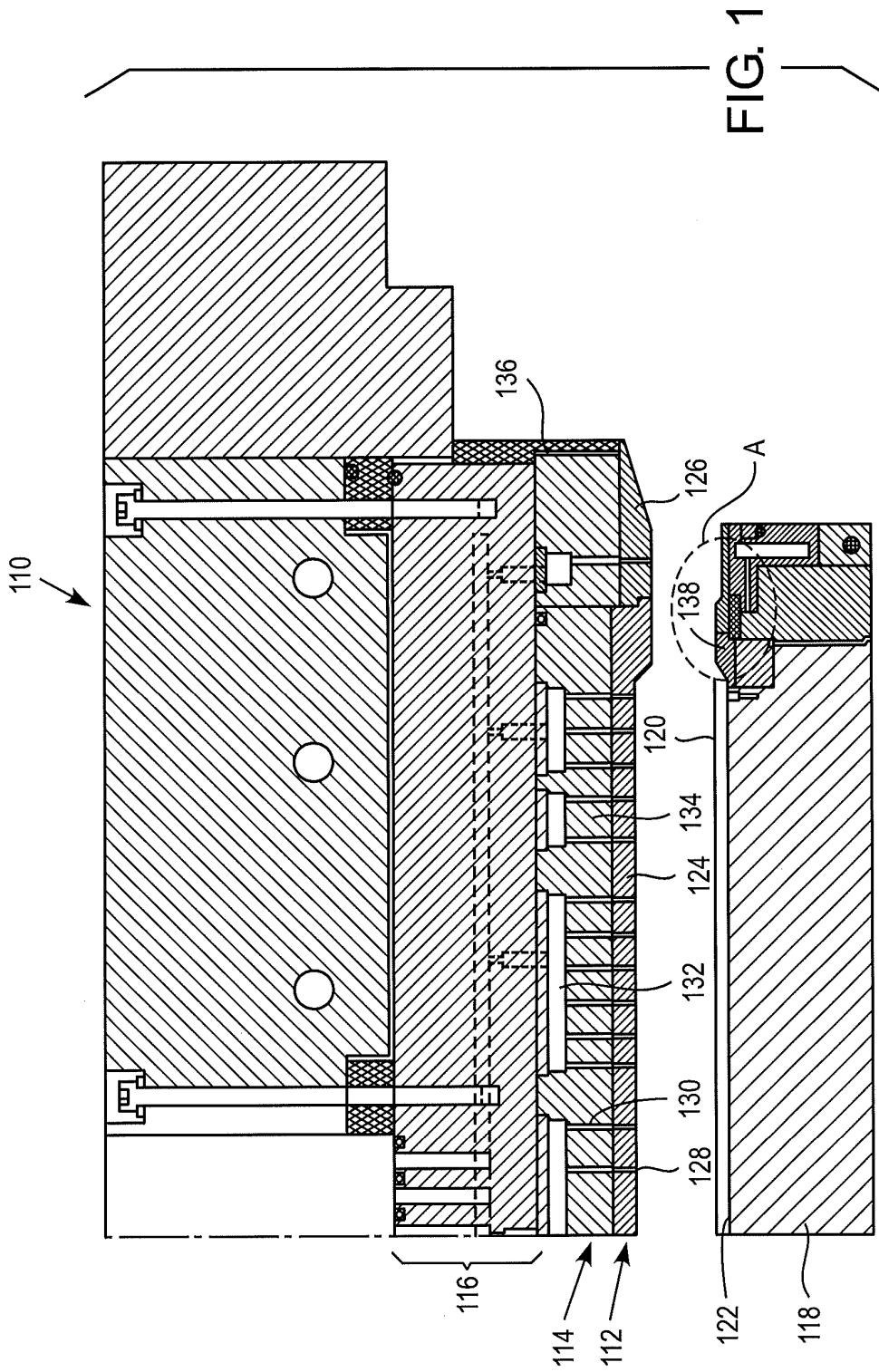
la mise sous tension du gaz de traitement pour le
20 mettre dans un état de plasma ; et

le traitement du substrat semi-conducteur à l'aide du plasma.

13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel le traitement comprend le dépôt d'une matière conductrice ou
25 diélectrique sur le substrat

14. Procédé selon la revendication 12, dans lequel le traitement inclut l'attaque chimique au plasma d'une couche sur le substrat dans lequel la couche est métallique, diélectrique ou de photorésist.

30 15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel l'attaque chimique au plasma comprend l'attaque d'ouvertures dans une matière diélectrique en utilisant du gaz d'attaque à base de fluorocarbone ou d'hydrofluorocarbone.



2/5

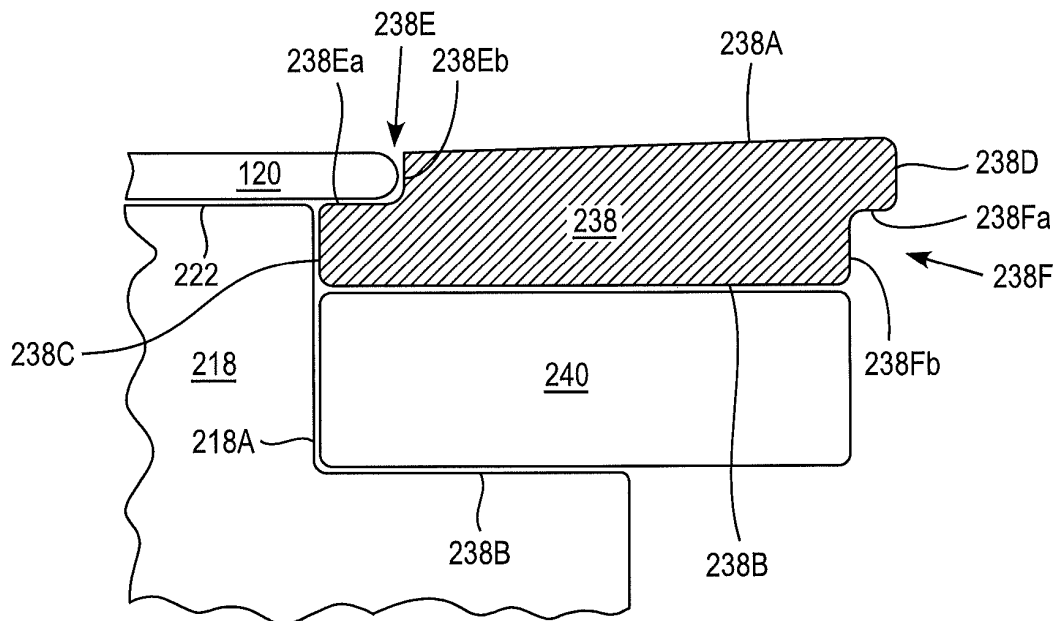


FIG. 2

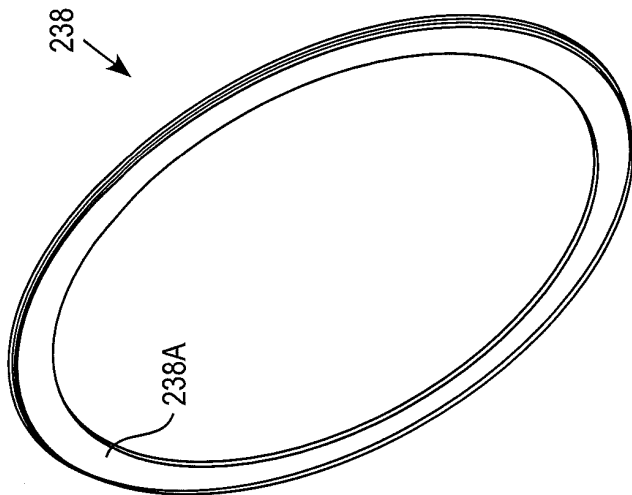


FIG. 3B

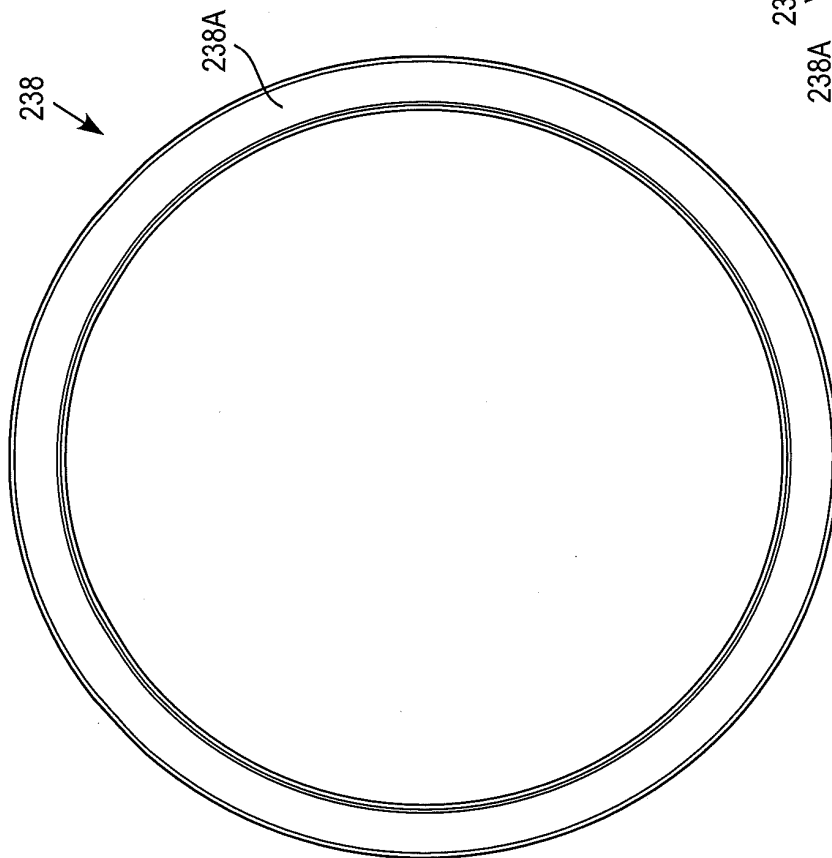


FIG. 3A

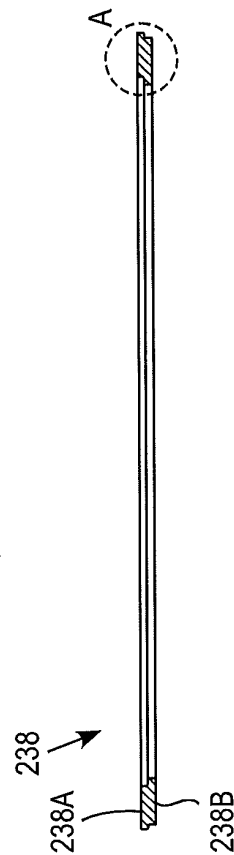


FIG. 3C

4/5

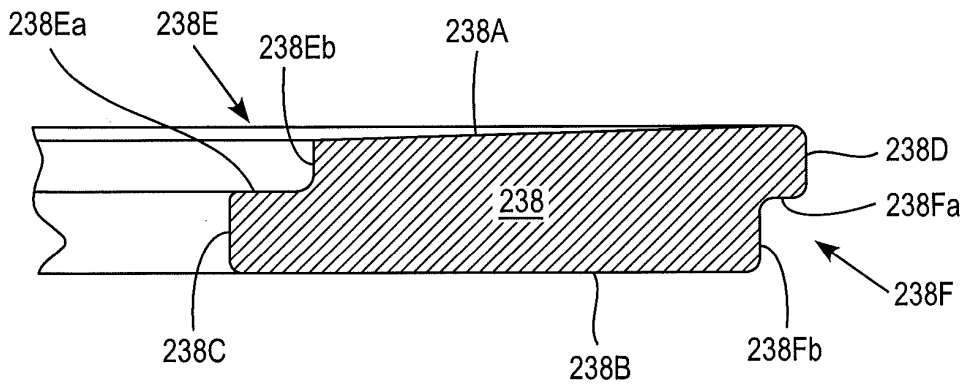


FIG. 4

5/5

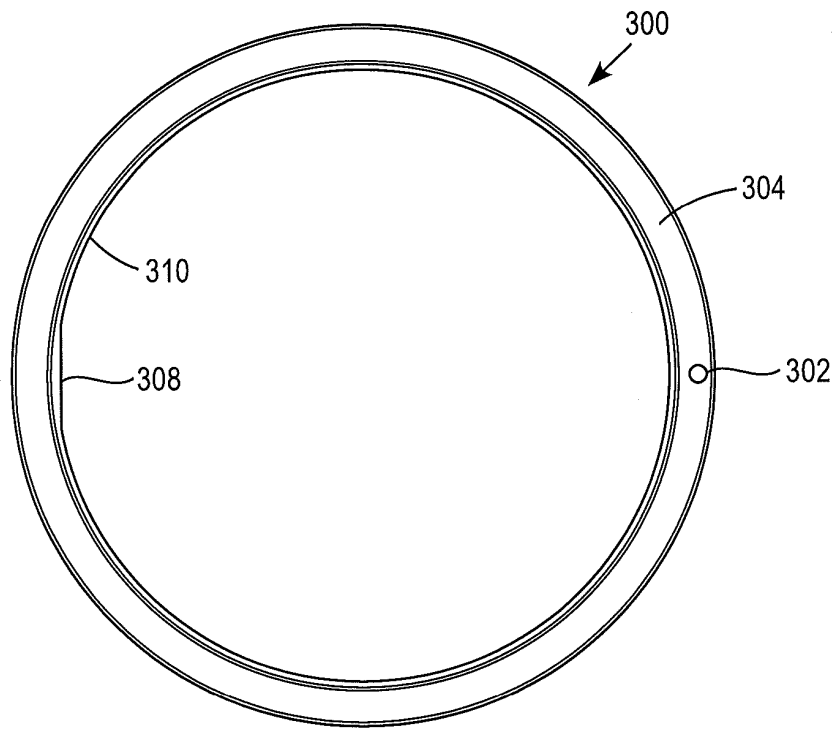


FIG. 5A

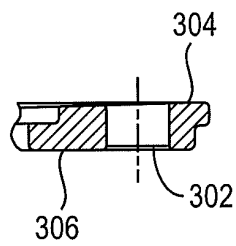


FIG. 5B