

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 27.06.16.

30 Priorité : 26.06.15 US 14751410; 24.05.16 US 15163184.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 30.12.16 Bulletin 16/52.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS CMP HOLDINGS, INC. — US et DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC — US.

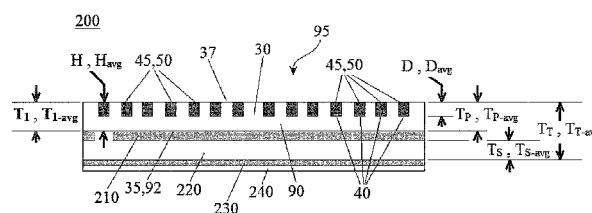
72 Inventeur(s) : QIAN BAINIAN, BRUGAROLAS BRUFAU TERESA, KOZHUKH JULIA, VENEZIALE DAVID MICHAEL, TONG YUHUA, LUGO DIEGO, JACOB GEORGE C., MILLER JEFFREY B., TRAN Tony Quan, STACK MARC R., WANK ANDREW et HENDRON JEFFREY JAMES.

73 Titulaire(s) : ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS CMP HOLDINGS, INC., DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC.

74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 PROCÉDE DE PRODUCTION D'UNE COUCHE DE POLISSAGE COMPOSITE POUR UN TAMPON DE POLISSAGE MECANO-CHIMIQUE.

57 Un procédé de formation d'une couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique est fourni, comprenant: la fourniture d'un premier composant de couche de polissage d'une première phase polymérique non fugitive continue ayant une pluralité of cavités périodiques; l'évacuation d'une combinaison en direction du premier composant de couche de polissage à une vitesse de 5 à 1 000 m/s, le remplissage de la pluralité de cavités périodiques avec la combinaison; la solidification de la combinaison dans la pluralité de cavités périodiques formant une deuxième phase polymérique non fugitive donnant une structure composite; et l'obtention de la couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique à partir de la structure composite, où la couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique a une surface de polissage sur le côté de polissage du premier composant de couche de polissage; et où la surface de polissage est adaptée pour polir un substrat.



PROCEDE DE PRODUCTION D'UNE COUCHE DE POLISSAGE COMPOSITE POUR
UN TAMPON DE POLISSAGE MECANO-CHIMIQUE

La présente invention concerne un procédé de formation
5 d'une couche de polissage composite d'un tampon de polissage
mécano-chimique. Plus particulièrement, la présente invention
concerne un procédé de formation d'une couche de polissage
composite d'un tampon de polissage mécano-chimique en
utilisant un dispositif de mélange axial.

10 Dans la fabrication de circuits intégrés et autres
dispositifs électroniques, de multiples couches de matériaux
conducteurs, semi-conducteurs et diélectriques sont déposées
sur et retirées d'une surface d'une galette (« wafer » en
anglais) de semi-conducteur. De fines couches de matériaux
15 conducteurs, semi-conducteurs et diélectriques peuvent être
déposées en utilisant un certain nombre de techniques de
dépôt. Les techniques de dépôt classiques dans le traitement
moderne des galettes comprennent le dépôt physique en phase
vapeur (PVD), connu également sous le nom de pulvérisation
20 cathodique, le dépôt chimique en phase vapeur (CVD), le dépôt
chimique en phase vapeur assisté par plasma (PECVD) et le
plaquage électrochimique, entre autres. Les techniques de
retrait courantes comprennent la gravure isotrope et
anisotrope à l'état mouillé et sec, entre autres.

25 Comme les couches de matériaux sont déposées et enlevées
séquentiellement, la surface supérieure de la galette devient
non plane. Comme le traitement consécutif de semi-conducteur
(par ex., par métallisation) nécessite que la galette ait une
surface plane, la galette doit être planarisée. La
30 planarisation est utile pour éliminer une topographie de
surface indésirable et des défauts de surface tels que des
surfaces rugueuses, des matériaux agglomérés, des dommages du
réseau cristallin, des rayures et des couches ou matériaux
contaminés.

35 La planarisation mécano-chimique ou le polissage mécano-
chimique (CMP), est une technique courante utilisée pour
rendre planes ou polir des pièces à usiner telles que des

galettes de semi-conducteur. Dans un CMP classique, un support de galette ou une tête de polissage est monté(e) sur un ensemble formant support. La tête de polissage maintient la galette et la place en contact avec une couche de polissage d'un tampon de polissage qui est monté sur une table ou un plateau dans un appareil de CMP. L'ensemble formant support assure une pression contrôlable entre la galette et le tampon de polissage. Simultanément, un milieu de polissage (par ex., suspension) est distribué sur le tampon de polissage et est attiré dans l'espace entre la galette et la couche de polissage. Pour effectuer le polissage, le tampon de polissage et la galette tournent habituellement l'un par rapport à l'autre. Lorsque le tampon de polissage tourne sous la galette, la galette balaie une trajectoire de polissage habituellement annulaire ou une région de polissage dans laquelle la surface de la galette se trouve directement en face de la couche de polissage. La surface de la galette est polie et planarisée par l'action chimique et mécanique de la couche de polissage et du milieu de polissage sur la surface.

James et al. décrivent l'importance du rainurage dans la surface de polissage des tampons de polissage mécano-chimiques dans le brevet U.S. n° 6 736 709. Spécifiquement, James et al. indiquent que le « quotient de rigidité de rainures » ((« Groove Stiffness Quotient » (« GSQ »)) évalue les effets du rainurage sur la rigidité du tampon et le « quotient de débit de rainures » (« Groove Flow Quotient » (« GFQ »)) évalue les effets du rainurage sur l'écoulement du fluide (interface avec le tampon) ; et qu'il existe un équilibre délicat entre GSQ et GFQ pour choisir une surface de polissage idéale pour un processus de polissage donné.

Néanmoins, comme les dimensions des galettes continuent à se réduire, les demandes de processus de polissage associés sont de plus en plus importantes.

En conséquence, il existe un besoin constant de disposer de configuration de couche de polissage qui élargissent la plage de performance opérationnelle des tampons de polissage mécano-chimiques et de procédés de production de ceux-ci.

La présente invention fournit un procédé de formation d'une couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique, comprenant : la fourniture d'un premier composant de couche de polissage de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique ; où le premier composant de la couche de polissage a un côté de polissage, une surface de base, une pluralité de cavités périodiques et une épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} , mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage depuis la surface de base jusqu'au côté de polissage ; où le premier composant de la couche de polissage comprend une première phase polymérique non-fugitive continue ; où la pluralité des cavités périodiques a une profondeur de cavité moyenne, D_{avg} , mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage depuis le côté de polissage tourné en direction de la surface de base, où la profondeur de cavité moyenne, D_{avg} , est inférieure à l'épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} ; où la première phase polymérique non-fugitive continue est un produit réactionnel d'un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue ayant 8 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi et d'un agent de durcissement de première phase continue ; la fourniture d'un composant liquide de côté poly (P), comprenant au moins l'un parmi un polyol de côté (P), une polyamine de côté de côté (P) et une alcool amine de côté (P) ; la fourniture d'un composant liquide de côté iso (I), comprenant au moins un isocyanate polyfonctionnel ; la fourniture d'un gaz pressurisé ; la fourniture d'un dispositif de mélange axial ayant une chambre cylindrique interne ; où la chambre cylindrique interne a une extrémité fermée, une extrémité ouverte, un axe de symétrie, au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne, au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne, et au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne ; où l'extrémité fermée et

l'extrémité ouverte sont perpendiculaires à l'axe de symétrie ; où le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) et le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) sont disposés suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne à proximité de l'extrémité fermée ; où le au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel est disposé suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne en aval du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) et du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) depuis l'extrémité fermée ; où le composant liquide de côté poly (P) est introduit dans la chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) à une pression de charge de côté (P) de 6 895 à 27 600 kPa ; où le composant liquide iso de côté (I) est introduit dans la chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) à une pression de charge de côté (I) de 6 895 à 27 600 kPa ; où un débit de masse combiné du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) dans la chambre cylindrique interne est de 1 à 500 g/s, tel que, de préférence, de 2 à 40 g/s ou, de manière davantage préférée, de 2 à 25 g/s ; où le composant liquide de côté poly (P), le composant liquide de côté iso (I) et le gaz pressurisé sont mélangés dans la chambre cylindrique interne pour former une combinaison ; où le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel avec une pression d'alimentation de 150 à 1 500 kPa ; où la vitesse d'entrée dans la chambre cylindrique interne du gaz pressurisé est de 50 à 600 m/s calculée sur la base de conditions de gaz parfait à 20 °C et à une pression de 1 atm, ou de préférence, de 75 à 350 m/s ; l'évacuation de la combinaison de l'extrémité ouverte de la chambre cylindrique interne en direction du côté de polissage du premier composant de la couche de polissage à une vitesse de 5 à 1 000 m/s, ou de préférence, de 10 à 600 m/s ou de manière davantage préférée, de 15 à 450 m/s, le remplissage de la pluralité de cavités

périodiques avec la combinaison ; la solidification de la combinaison en tant que deuxième composant de la couche de polissage dans la pluralité des cavités périodiques pour former une structure composite ; où le deuxième composant de la couche de polissage est une deuxième phase polymérique non fugitive ; et l'obtention d'une couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique à partir de la structure composite, où la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique a une surface de polissage sur le côté de polissage du premier composant de la couche de polissage ; et où la surface de polissage est adaptée pour polir un substrat.

Selon une caractéristique particulière de la présente invention, le procédé de la présente invention comprend en outre:

l'usinage de la structure composite pour obtenir la couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique ;

où la couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique ainsi obtenue a une épaisseur moyenne de couche de polissage composite, T_{p-avg} , mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage depuis la surface de base jusqu'à la surface de polissage ;

où l'épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} , égale l'épaisseur moyenne de la couche de polissage composite, T_{p-avg} ;

où la deuxième phase polymérique non fugitive occupant la pluralité des cavités périodiques a une hauteur moyenne, H_{avg} , mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage depuis la surface de base en direction de la surface de polissage ; et,

où une valeur absolue d'une différence, ΔS , entre l'épaisseur moyenne de couche de polissage composite, T_{p-avg} , et la hauteur moyenne, H_{avg} , est $\leq 0,5 \mu m$.

Selon une autre caractéristique particulière de la présente invention, le procédé de la présente invention comprend en outre :

la formation d'au moins une rainure dans la surface de polissage.

Selon une autre caractéristique particulière de la présente invention, la fourniture du premier composant de
5 couche de polissage comprend en outre :

la fourniture d'un moule ayant un fond et une paroi périphérique, où le fond et la paroi périphérique définissant une cavité de moule ;

la fourniture d'un prépolymère d'uréthane à terminaison
10 isocyanate de première phase continue ayant 8 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi, de l'agent de durcissement de première phase continue et éventuellement, d'une pluralité de matériaux polymériques à noyau creux ;

le mélange du prépolymère d'uréthane à terminaison
15 isocyanate de première phase continue et de l'agent de durcissement de première phase continue pour former un mélange ;

le versement du mélange dans la cavité de moule ;

la solidification du mélange en un gâteau de la première
20 phase polymérique non fugitive continue ;

l'obtention d'une feuille à partir du gâteau ;

la formation de la pluralité of cavités périodiques dans la feuille pour donner le premier composant de couche de polissage.

25 Selon une caractéristique particulière, la pluralité de matériaux polymériques à noyau creux est incorporée dans la première phase polymérique non fugitive continue à 1 à 58 % en vol.

Selon une autre caractéristique particulière de la
30 présente invention, le composant liquide de côtéé poly (P) comprend 25 à 95 % en poids d'un polyol de côtéé (P) ; où le polyol de côtéé (P) est un polyéther polyol de haut poids moléculaire ; où le polyéther polyol de haut poids moléculaire a un poids moléculaire moyen en nombre, M_N , de 2 500 à 100 000
35 et une moyenne de 4 à 8 groupes hydroxyle par molécule.

Selon une autre caractéristique particulière de la présente invention, le composant liquide de côtéé iso (I)

comprend un isocyanate polyfonctionnel ayant une moyenne de deux groupes isocyanate réactifs par molécule.

Selon une autre caractéristique particulière de la présente invention, le gaz pressurisé est choisi dans le
5 groupe constitué de CO_2 , N_2 , air et argon.

Selon une autre caractéristique particulière de la présente invention, la chambre cylindrique interne a une section transversale circulaire dans un plan perpendiculaire à l'axe de symétrie de la chambre cylindrique interne ; où
10 l'extrémité ouverte de la chambre cylindrique interne a une ouverture circulaire perpendiculaire à l'axe de symétrie de la chambre cylindrique interne ; où l'ouverture circulaire est concentrique avec la section transversale circulaire ; et où l'ouverture circulaire a un diamètre interne de 2,5 à 6 mm.

15 Selon une autre caractéristique particulière de la présente invention, la surface de polissage est adaptée pour polir une galette de semi-conducteur.

La présente invention propose un procédé de formation d'une couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique, comprenant : la fourniture d'un premier
20 composant de couche de polissage de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique ; où le premier composant de la couche de polissage a un côté de polissage, une surface de base, une pluralité de cavités périodiques et une épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} ,
25 mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage de la surface de base au côté de polissage ; où le premier composant de la couche de polissage comprend une première phase polymérique non fugitive continue ; où la pluralité des cavités périodiques a une profondeur moyenne de cavité, D_{avg} , mesurée perpendiculairement par rapport au côté
30 de polissage depuis le côté de polissage tourné en direction de la surface de base, où la profondeur moyenne de cavité, D_{avg} , est inférieure à l'épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} ; où la première phase polymérique non fugitive
35 continue est un produit réactionnel d'un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue

ayant 8 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi et un agent de durcissement de première phase continue ; la fourniture d'un composant liquide de côtéé poly (P), comprenant au moins un polyol de côtéé (P), une polyamine de côtéé (P) et
5 une alcool amine de côtéé (P) ; la fourniture d'un composant liquide de côtéé iso (I), comprenant au moins un isocyanate polyfonctionnel ; la fourniture d'un gaz pressurisé ; la fourniture d'un dispositif de mélange axial ayant une chambre cylindrique interne ; où la chambre cylindrique interne a une
10 extrémité fermée, une extrémité ouverte, un axe de symétrie, au moins un orifice d'alimentation en liquide de côtéé (P) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne, au moins un orifice d'alimentation en liquide de côtéé (I) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne, et au moins un orifice
15 d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne ; où l'extrémité fermée et l'extrémité ouverte sont perpendiculaires à l'axe de symétrie ; où le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côtéé (P) et le au moins un orifice d'alimentation en
20 liquide de côtéé (I) sont disposés suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne à proximité de l'extrémité fermée ; où le au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel est disposé suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne en aval du au moins un orifice
25 d'alimentation en liquide de côtéé (P) et du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côtéé (I) depuis l'extrémité fermée ; où le composant liquide de côtéé poly (P) est introduit dans la chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côtéé (P) à une
30 pression de charge de côtéé (P) de 6 895 à 27 600 kPa ; où le composant liquide de côtéé iso (I) est introduit dans la chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côtéé (I) à une pression de charge de côtéé (I) de 6 895 à 27 600 kPa ; où un débit de masse
35 combiné du composant liquide de côtéé poly (P) et du composant liquide de côtéé iso (I) en direction de la chambre cylindrique interne est de 1 à 500 g/s, tel que, de préférence de 2 à

40 g/s ou, de manière davantage préférée, de 2 à 25 g/s ; où le composant liquide de côté poly (P), le composant liquide de côté iso (I) et le gaz pressurisé sont mélangés dans la chambre cylindrique interne pour former une combinaison ; où
5 le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisée tangentiel avec une pression d'alimentation de 150 à 1 500 kPa ; où une vitesse d'entrée dans la chambre cylindrique interne du gaz pressurisé est de 50 à 600 m/s, calculée sur la base de conditions de gaz parfait à 20 °C et à
10 une pression de 1 atm, ou de préférence, 75 à 350 m/s ; l'évacuation de la combinaison depuis l'extrémité ouverte de la chambre cylindrique interne en direction du côté de polissage du premier composant de la couche de polissage à une
15 vitesse de 5 à 1 000 m/s, ou, de préférence, de 10 à 600 m/s ou, de manière davantage préférée, de 15 à 450 m/s, le remplissage de la pluralité des cavités périodiques avec la combinaison ; la solidification de la combinaison en tant que deuxième composant de la couche de polissage dans la pluralité
20 des cavités périodiques pour former une structure composite ; où le deuxième composant de la couche de polissage est une deuxième phase polymérique non fugitive ; et l'usinage de la structure composite pour obtenir la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique ; où la
25 couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique telle qu'obtenue a une épaisseur moyenne de couche de polissage composite, T_{P-avg} , mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage depuis la surface de base jusqu'à la surface de polissage ; où l'épaisseur moyenne du
30 premier composant, T_{1-avg} , égale l'épaisseur moyenne de la couche de polissage composite, T_{P-avg} ; où la deuxième phase polymérique non fugitive occupant la pluralité des cavités périodiques a une hauteur moyenne, H_{avg} , mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage
35 depuis la surface de base en direction de la surface de polissage ; où une valeur absolue d'une différence, ΔS , entre l'épaisseur moyenne de la couche de polissage composite, T_{P-avg} ,

et la hauteur moyenne, H_{avg} , est $\leq 0,5 \mu m$; où la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique a une surface de polissage sur le coté de polissage du premier composant de la couche de polissage ; et où la surface de polissage est adaptée pour polir un substrat.

La présente invention fournit un procédé de formation d'une couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique, comprenant : la fourniture d'un moule ayant un fond et des parois périphériques, où le fond et les parois périphériques définissent une cavité de moule ; la fourniture d'un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue ayant 8 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi, de l'agent de durcissement de première phase continue, et éventuellement, d'une pluralité de matériaux polymériques à noyau creux ; le mélange du prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue, de l'agent de durcissement de première phase continue et éventuellement de la pluralité de matériaux polymériques à noyau creux pour former un mélange ; le versement du mélange dans la cavité du moule ; la solidification du mélange en un gâteau d'une première phase polymérique non fugitive continue ; l'obtention d'une feuille du gâteau ; la formation d'une pluralité de cavités périodiques dans la feuille pour fournir un premier composant de couche de polissage du composant de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique ; où le premier composant de couche de polissage a un côté de polissage, une surface de base, une pluralité de cavités périodiques et une épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} , mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage depuis la surface de base jusqu'au côté de polissage ; où la pluralité des cavités périodiques a une profondeur moyenne de cavité, D_{avg} , mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage depuis le côté de polissage en direction de la surface de base, où la profondeur moyenne de cavité, D_{avg} , est inférieure à l'épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} ; la fourniture d'un composant liquide

de côté poly (P), comprenant au moins l'un parmi un polyol de côté (P), une polyamine de côté (P) et un alcool amine de côté (P) ; la fourniture d'un composant liquide de côté iso (I), comprenant au moins un isocyanate polyfonctionnel ; la
5 fourniture d'un gaz pressurisé ; la fourniture d'un dispositif de mélange axial ayant une chambre cylindrique interne ; où la chambre cylindrique interne a une extrémité fermée, une extrémité ouverte, un axe de symétrie, au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) qui s'ouvre dans la
10 chambre cylindrique interne, au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne, et au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne ; où l'extrémité fermée et
15 l'extrémité ouverte sont perpendiculaires à l'axe de symétrie ; où le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) et le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) sont disposés suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne à proximité de l'extrémité
20 fermée ; où le au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel est disposé suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne en aval du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) et du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) depuis
25 l'extrémité fermée ; où le composant liquide de côté poly (P) est introduit dans la chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté de (P) à une pression de charge de côté (P) de 6 895 à 27 600 kPa ; où le composant liquide de côté iso (I) est introduit dans la
30 chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) à une pression de charge de côté (I) de 6 895 à 27 600 kPa ; où un débit de masse combiné du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) dans la chambre cylindrique interne
35 est de 1 à 500 g/s, tel que, de préférence, de 2 à 40 g/s ou de manière davantage préférée, de 2 à 25 g/s ; où le composant liquide de côté poly (P), le composant liquide de côté iso (I)

et le gaz pressurisé sont mélangés dans la chambre cylindrique interne pour former une combinaison ; où le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel avec
5 une pression d'alimentation de 150 à 1 500 kPa ; où une vitesse d'entrée dans la chambre cylindrique interne du gaz pressurisé est de 50 à 600 m/s calculée sur la base des conditions de gaz parfait à 20 °C et à une pression d'1 atm, ou de préférence, de 75 à 350 m/s ; l'évacuation de la
10 combinaison depuis l'extrémité ouverte de la chambre cylindrique interne en direction du côté de polissage du premier composant de la couche de polissage à une vitesse de 5 à 1 000 m/s, ou de préférence de 10 à 600 m/s ou de manière davantage préférée, de 15 à 450 m/s, le remplissage de la
15 pluralité de cavités périodiques avec la combinaison ; la solidification de la combinaison en tant que deuxième couche de polissage dans la pluralité des cavités périodiques pour former une structure composite ; où le deuxième composant de couche de polissage est une deuxième phase polymérique non fugitive ; et l'obtention de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique à partir de la
20 structure composite, où la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique a une surface de polissage du premier composant de couche de polissage ; et où la surface
25 de polissage est adaptée pour polir un substrat.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La **Figure 1** est une représentation d'une vue en perspective d'un moule.

30 La **Figure 2** est une représentation d'une vue en perspective d'un premier composant de couche de polissage.

La **Figure 3** est une représentation d'une vue en perspective d'une couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique.

35 La **Figure 4** est une représentation d'une vue du dessus d'un premier composant de couche de polissage.

La **Figure 5** est une vue en coupe transversale suivant la ligne **A-A** de la **Figure 4**.

La **Figure 6** est une représentation d'une vue de côté d'un dispositif de mélange axial pour son utilisation dans le
5 procédé de la présente invention.

La **Figure 7** est une vue en coupe transversale suivant la ligne **B-B** de la **Figure 6**.

La **Figure 8** est une vue en coupe transversale suivant la ligne **C-C** de la **Figure 6**.

10 La **Figure 9** est une représentation d'une vue du côté d'une structure composite formée selon le procédé de la présente invention.

La **Figure 10** est une représentation d'une vue du dessus d'un tampon de polissage mécano-chimique ayant une couche de
15 polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention.

La **Figure 11** est une vue en coupe transversale suivant la ligne **AA-AA** de la **Figure 11**.

La **Figure 12** est une représentation d'une vue du dessus d'une couche de polissage composite de tampon de polissage
20 mécano-chimique de la présente invention.

La **Figure 13a** est une vue en coupe transversale suivant la ligne **BB-BB** de la **Figure 12**.

La **Figure 13b** est une autre vue en coupe le long de la
25 ligne **BB-BB** de la **Figure 12**.

La **Figure 14** est une représentation d'une vue en perspective d'un tampon de polissage mécano-chimique ayant une couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-
chimique et une fenêtre.

30

DESCRIPTION DETAILLEE

Historiquement, les valeurs de GSQ et GFQ pour une surface de polissage d'une couche de polissage donnée procuraient une plage exploitable pour concevoir des couches
35 de polissage efficaces. Etonnamment, la présente invention fournit un procédé de production de couches de polissage composites qui constitue un moyen de sortir du stéréotype des

paramètres de GSQ et GFQ précédemment établis pour les couches de polissage en découplant les performances de rigidité et de distribution de suspension de la conception des couches de polissage ; ce qui accroît ainsi la plage de conceptions de couches de polissage pour atteindre des équilibres qui était inaccessible jusqu'à maintenant concernant les de propriétés de performances de polissages.

Le terme « **non fugitif** » tel qu'il est utilisé ici et dans les revendications en annexe en référence à une phase polymérique signifie que la phase polymérique (par ex., la deuxième phase polymérique non fugitive) ne fond pas, ne se dissous pas, ne se désintègre pas ni ne s'appauvrit sélectivement d'une autre façon par rapport à une autre phase de polymère (par ex., la première phase polymérique non fugitive continue) présente dans la couche de polissage composite.

L'expression « **section transversale sensiblement circulaire** » telle qu'elle est utilisée ici et dans les revendications en annexe en référence à une cavité de moule (20) signifie que le rayon le plus long, r_c , de la cavité de moule (20) projeté sur le **plan x-y** (28) depuis l'axe central de la cavité de moule, C_{axis} , (22) jusqu'à une frontière interne verticale (18) d'une paroi périphérique (15) est $\leq 20\%$ plus long que le rayon le plus court, r_c , de la cavité de moule (20) projetée sur le **plan x-y** (28) depuis l'axe central de la cavité de moule, C_{axis} , (22) jusqu'à la frontière interne verticale (18). (Voir la **Figure 1**).

L'expression « **cavité de moule** » telle qu'elle est utilisée ici et dans les revendications en annexe désigne le volume défini par une base (12) et une frontière interne verticale (18) d'une paroi périphérique (15). (Voir la **Figure 1**).

Le terme « **sensiblement perpendiculaire** » tel qu'il est utilisé ici et dans les revendications en annexe en référence à une première caractéristique (par ex., une frontière interne horizontale ; une frontière interne verticale) par rapport à une deuxième caractéristique (par ex., un axe, un plan x-y)

signifie que la première caractéristique est à un angle de 80 à 100° par rapport à la deuxième caractéristique.

Le terme « **essentiellement perpendiculaire** » tel qu'il est utilisé ici et dans les revendications en annexe par rapport à une première caractéristique (par ex., une frontière interne horizontale ; une frontière interne verticale) par rapport à une deuxième caractéristique (par ex., un axe, un plan x-y) signifie que la première caractéristique est à un angle de 85 à 95° par rapport à la deuxième caractéristique.

L'expression « **épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg}** » telle qu'elle est utilisée ici et dans les revendications en annexe en référence au premier composant de la couche de polissage (32) ayant un côté de polissage (37) désigne la moyenne de l'épaisseur du premier composant, T_1 , du premier composant de la couche de polissage (32) mesurée perpendiculairement par rapport aux côtés de polissage (37) depuis le côté de polissage (37) jusqu'à la surface de base (35) du premier composant de la couche de polissage. (Voir Figure 2).

Le terme « **épaisseur moyenne de la couche de polissage composite, T_{p-avg}** » tel qu'il est utilisé ici et dans les revendications en annexe en référence à une couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique (90) ayant une surface de polissage (95) désigne l'épaisseur moyenne de la couche de polissage, T_p , de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) dans une direction perpendiculaire par rapport à la surface de polissage (95) depuis la surface de polissage (95) jusqu'à la surface inférieure (92) de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90). (Voir Figure 3).

Le terme « **section transversale sensiblement circulaire** » tel qu'il est utilisé ici et dans les revendications en annexe en référence à une couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique (90) signifie que le rayon le plus long, r_p , depuis la section transversale de l'axe central (98) de la couche de polissage

composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) jusqu'au périmètre extérieur (110) de la surface de polissage (95) de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) est $\leq 20\%$ plus long que le rayon le plus court, r_p , de la section transversale depuis l'axe central (98) jusqu'au périmètre extérieur (110) de la surface de polissage (95). (Voir **Figure 3**).

La couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) de la présente invention est de préférence adaptée pour tourner autour d'un axe central (98). De préférence, la surface de polissage (95) de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) est dans un plan (99) perpendiculaire à l'axe central (98). De préférence, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) est adaptée pour tourner dans un plan (99) qui est à un angle, γ , de 85 à 95° par rapport à l'axe central (98), de préférence, de 90° par rapport à l'axe central (98). De préférence, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) a une surface de polissage (95) qui a une section transversale sensiblement circulaire perpendiculaire à l'axe central (98). De préférence, le rayon r_p , de la section transversale de la surface de polissage (95) perpendiculaire à l'axe central (98) varie de $\leq 20\%$ pour la section transversale, de manière davantage préférée, de $\leq 10\%$ pour la section transversale. (Voir **Figure 3**).

L'expression « **temps de gel** » telle qu'elle est utilisée ici et dans les revendications en annexe en référence à une combinaison d'un composant liquide de côté poly (P) et d'un composant liquide de côté iso (I) formé dans un dispositif de mélange axial de la présente invention, désigne le temps de durcissement total pour cette combinaison, déterminé en utilisant un procédé de test standard selon l'ASTM D3795-00a (Ré-approuvé en 2006) (*Standard Test Method for Thermal Flow, Cure, and Behavior Properties of Pourable Thermosetting Materials by Torque Rheometer*).

Le terme « **poly(uréthane)** » tel qu'il est utilisé ici et dans les revendications en annexe comprend (a) des polyuréthanes formés à partir de la réaction d'(i) isocyanates et de (ii) polyols (comprenant des diols) ; et (b) un
5 poly(uréthane) formé par la réaction d'(i) isocyanates avec des (ii) polyols (comprenant des diols) et (iii) de l'eau, des amines ou une combinaison d'eau et d'amines.

Un procédé de formation d'une couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique (90),
10 comprenant : la fourniture d'un premier composant de la couche de polissage (32) de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) ; où le premier composant de la couche de polissage (32) a un côté de polissage (37), une surface de base (35), une pluralité de
15 cavités périodiques (40) et une épaisseur moyenne de premier composant, T_{1-avg} , mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage (37) depuis la surface de base (35) jusqu'au côté de polissage (37) ; où le premier composant de la couche de polissage (32) comprend une première phase polymérique non
20 fugitive continue (30) ; où la pluralité de cavités périodiques (40) a une profondeur moyenne de cavité, D_{avg} , du côté de polissage (37) mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage (37) depuis le côté de polissage (37) en direction la surface de base (35), où la profondeur moyenne de
25 cavité, D_{avg} , est inférieure à l'épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} ; où la première phase polymérique continue non fugitive (30) est un produit réactionnel d'un pré-polymère d'uréthane à terminaison isocyanate à première phase continue ayant 8 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi et
30 d'un agent de durcissement de première phase continue ; la fourniture d'un composant liquide de côté poly (P), comprenant au moins un polyol de côté (P), une polyamine de côté (P) et une alcool amine de côté (P) ; la fourniture d'un composant liquide de côté iso (I), comprenant au moins un isocyanate
35 polyfonctionnel ; la fourniture d'un gaz pressurisé ; la fourniture d'un dispositif de mélange axial (60) ayant une chambre interne cylindrique (65) ; où la chambre interne

cylindrique (65) a une extrémité fermée (62), une extrémité ouverte (68), un axe de symétrie (70), au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvre dans la chambre interne cylindrique (65), au moins un orifice
5 d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvre dans la chambre interne cylindrique (65), et au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel (de préférence, au moins deux) (85) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) ; où l'extrémité fermée (62) et l'extrémité
10 ouverte (68) sont perpendiculaires à l'axe de symétrie (70) ; où le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté et le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) sont agencés suivant une circonférence de la
15 chambre cylindrique interne (65) à proximité de l'extrémité fermée (62) ; où le au moins un (de préférence, au moins deux) orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel (85) est disposé suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65) en aval du au moins un orifice
20 d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) depuis l'extrémité fermée (62) ; où le composant liquide de côté poly (P) est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P)
25 (75) à une pression de charge de côté (P) de 6 895 à 27 600 kPa ; où le composant liquide de côté iso (I) est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) à une pression de charge de côté (I) de 6 895 à 27 600 kPa ; où un
30 débit de masse combiné du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) dans la chambre cylindrique interne est de 1 à 500 g/s (de préférence, de 2 à 40 g/s ; de manière davantage préférée, de 2 à 25 g/s) ; où le composant liquide de côté poly (P), le composant liquide de
35 côté iso (I) et le gaz pressurisé sont mélangés dans la chambre cylindrique interne (65) pour former une combinaison ; où le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique

interne (65) par le au moins un (de préférence, au moins deux) orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel (85) avec une pression d'alimentation de 150 à 1 500 kPa ; où une vitesse d'entrée dans la chambre cylindrique interne (65) du gaz pressurisé est de 50 à 600 m/s calculée sur la base de conditions de gaz parfait à 20 °C et à une pression de 1 atm, ou de préférence, de 75 à 350 m/s ; l'évacuation de la combinaison de l'extrémité ouverte (68) depuis la chambre cylindrique interne (65) en direction du côté de polissage (37) du premier composant de couche de polissage (32) à une vitesse de 5 à 1 000 m/s, ou de préférence, de 10 à 600 m/s ou, de manière davantage préférée, de 15 à 450 m/s, le remplissage de la pluralité de cavités périodiques (40) avec la combinaison ; la solidification de la combinaison en tant que deuxième composant de la couche de polissage (45) dans la pluralité des cavités périodiques (40) pour former une structure composite (58) ; où le deuxième composant de la couche de polissage (45) est une deuxième phase polymérique non fugitive (50) ; et l'obtention de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) à partir de la structure composite (58), où la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) a une surface de polissage (95) sur le côté de polissage (37) du premier composant de la couche de polissage (32) ; et où la surface de polissage (95) est adaptée pour polir un substrat. (Voir **Figures 1-14**).

De préférence, la première phase polymérique continue non fugitive (30) comprend un produit réactionnel d'un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue ayant 8 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi et d'un agent de durcissement. De manière davantage préférée, la première phase polymérique continue non fugitive (30) comprend un produit réactionnel d'un prépolymère d'uréthane à terminaison iocyanate de première phase continue ayant 8,75 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi et d'un agent de durcissement de première phase continue. De manière davantage préférée, la première phase polymérique continue non

fugitive (30) comprend un produit réactionnel d'un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue ayant 9,0 à 9,25 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi et d'un agent de durcissement de première phase continue.

De préférence, la première phase polymérique continue non fugitive (30) est le produit réactionnel d'un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue ayant 8 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi et d'un agent de durcissement de première phase continue ; où le prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue est obtenu de l'interaction d'un polyisocyanate de première phase continue (de préférence un diisocyanate) avec un polyol de première phase continue ; où le polyol de première phase continue est choisi dans le groupe consistant en des diols, des polyols, des polyol diols, leurs copolymères et leurs mélanges. De préférence, le polyol de première phase continue est choisi dans le groupe consistant en un polytétraméthylène éther glycol (PTMEG) ; un mélange de PTMEG avec du polypropylène glycol (PPG) ; et des mélanges de ceux-ci avec des diols de bas poids moléculaire (par ex., 1,2-butanediol ; 1,3-butanediol ; 1,4-butanediol).

De préférence, la première phase polymérique continue non fugitive (30) est le produit réactionnel d'un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue ayant 8 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi et d'un agent de durcissement de première phase continue ; où l'agent de durcissement de première phase continue est une polyamine de première phase continue. De préférence, la polyamine de première phase continue est une polyamine aromatique. De manière davantage préférée, la polyamine de première phase continue est une polyamine aromatique choisie dans le groupe consistant en la 4,4'-méthylène-bis-o-chloroaniline (MbOCA), la 4,4'-méthylène-bis-(3-chloro-2,6-diéthylaniline) (MCDEA) ; la diméthylthiotoluènediamine ; le triméthylèneglycol di-p-aminobenzoate ; le polytétraméthylèneoxyde di-p-aminobenzoate ; le polytétraméthylèneoxyde mono-p-aminobenzoate ; le

polypropylèneoxyde di-p-aminobenzoate ; le polypropylèneoxyde mono-p-aminobenzoate ; le 1,2-bis(2-aminophénylthio)éthane ; la 4,4'-méthylène-bis-aniline ; la diéthyltoluènediamine ; la 5-tert-butyl-2,4-toluènediamine ; la 3-tert-butyl-2,6-toluènediamine ; la 5-tert-amyl-2,4-toluènediamine ; la 3-tert-amyl-2,6-toluènediamine ; la 5-tert-amyl-2,4-chlorotoluènediamine ; et la 3-tert-amyl-2,6-chlorotoluènediamine. De manière préférée entre toutes, la polyamine de première phase continue est la 4,4'-méthylène-bis-o-chloroaniline (MbOCA).

Les exemples de prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate à base de PTMEG disponibles dans le commerce comprennent les prépolymères Imuthane[®] (disponibles auprès de COIM USA, Inc., tels que PET-80A, PET-85A, PET-90A, PET-93A, PET-95A, PET-60D, PET-70D, PET-75D) ; les prépolymères Adiprene[®] (disponibles auprès de Chemtura, tels que LF 800A, LF 900A, LF 910A, LF 930A, LF 931A, LF 939A, LF 950A, LF 952A, LF 600D, LF 601D, LF 650D, LF 667, LF 700D, LF750D, LF751D, LF752D, LF753D et L325) ; les prépolymères Andur[®] (disponibles auprès d'Anderson Development Company, tels que 70APLF, 80APLF, 85APLF, 90APLF, 95APLF, 60DPLF, 70APLF, 75APLF).

De préférence, le prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue utilisé dans le procédé de la présente invention est un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate à faible teneur en monomère libre ayant moins de 0,1 % en poids de teneur en monomère de toluène diisocyanate libre (TDI).

De préférence, la première phase polymérique non fugitive continue (30) peut être fournie à la fois dans des configurations poreuses et non poreuses (c'est-à-dire non remplies). De préférence, la première phase polymérique continue non fugitive (30) a une densité de $\geq 0,5$ mesurée selon la norme ASTM D1622. De manière davantage préférée, la première phase polymérique continue non fugitive (30) a une densité de 0,5 à 1,2 (de manière encore davantage préférée, de 0,55 à 1,1 ; de manière préférée entre toutes, de 0,6 à 0,95) mesurée selon la norme ASTM D1622.

De préférence, la première phase polymérique non fugitive continue (30) a une dureté Shore D de 40 à 90 mesurée selon la norme ASTM D2240. De manière davantage préférée, la première phase polymérique continue non fugitive (30) a une dureté Shore D de 50 à 75 mesurée selon la norme ASTM D2240. De manière préférée entre toutes, la première phase polymérique continue non fugitive (30) a une dureté Shore D de 55 à 70 mesurée selon la norme ASTM D2240.

De préférence, la première phase polymérique continue non fugitive (30) est poreuse. De préférence, la première phase polymérique continue non fugitive comprend une pluralité de micro-éléments. De préférence, la pluralité de micro-éléments est uniformément dispersée dans toute la première phase polymérique continue non fugitive (30). De préférence, la pluralité des micro-éléments est choisie parmi les bulles de gaz piégées, les matériaux polymériques à noyau creux, les matériaux polymériques à noyau creux remplis de liquide, les matériaux hydrosolubles et un matériau en phase insoluble (par ex., huile minérale). De manière davantage préférée, la pluralité de micro-éléments est choisie parmi les bulles de gaz piégées et les matériaux polymériques à noyau creux uniformément distribués dans toute la première phase polymérique continue non fugitive (30). De préférence, la pluralité des micro-éléments a un diamètre moyen en poids de moins de 150 μm (de manière davantage préférée, de moins de 50 μm ; de manière préférée entre toutes, de 10 à 50 μm). De préférence, la pluralité des micro-éléments comprend des micro-ballonnets polymériques dotés de parois de coque en polyacrylonitrile ou un copolymère de polyacrylonitrile (par ex., Expancel[®] d'Akzo Nobel). De préférence, la pluralité de micro-éléments est incorporée dans la première phase polymérique continue non fugitive (30) à 0 à 58 % en vol. de porosité (de manière davantage préférée, 1 à 58 % en vol. ; de manière préférée entre toutes, 10 à 35 % en vol. de porosité). De préférence, la première phase polymérique continue non fugitive (30) a une porosité à cellules ouvertes de ≤ 6 % en vol. (de manière davantage préférée, de ≤ 5 % en vol. ; de

manière encore davantage préférée, de $\leq 4\%$ en vol. ; de manière préférée entre toutes, de $\leq 3\%$ en vol.).

De préférence, le premier composant de la couche de polissage (32) proposé dans le procédé de production d'une
 5 couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécanochimique (90) de la présente invention a une première épaisseur de composant, T_1 , mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage (37) de la surface de base (35) au côté de polissage (37). De préférence, le premier composant
 10 de la couche de polissage (32) a une épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} , mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage (37) de la surface de base (35) au côté de polissage (37). De manière davantage préférée, le premier composant de la couche de polissage (32) a une
 15 épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} , de 0,51 à 3,81 mm (20 à 150 mils) (millièmes de pouce) (de manière davantage préférée, de 0,76 à 3,17 mm (30 à 125 mils) ; de manière préférée entre toutes, de 1,00 à 3,05 mm (40 à 120 mils)). (Voir **Figures 2 et 4-5**).

De préférence, le premier composant de la couche de polissage (32) a une pluralité de cavités périodiques (40) ayant une profondeur, D , mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage (37) de la surface de polissage (37) vers la surface de base. De préférence, la pluralité des
 25 cavités périodiques (40) a une profondeur moyenne, D_{avg} , où $D_{avg} < T_{1-avg}$. De manière davantage préférée, la pluralité des cavités périodiques (40) a une profondeur moyenne, D_{avg} , où $D_{avg} \leq 0,5 * T_{1-avg}$ (de manière davantage préférée, $D_{avg} \leq 0,4 * T_{1-avg}$; de manière préférée entre toutes, $D_{avg} \leq 0,375 * T_{1-avg}$). (Voir **Figures**
 30 **4-5**).

De préférence, la pluralité des cavités périodiques (40) est choisie parmi les cavités incurvées, les cavités linéaires et leurs combinaisons.

De préférence, le premier composant de la couche de
 35 polissage a une pluralité de cavités périodiques, où la pluralité de cavités périodiques est un groupe d'au moins deux cavités concentriques. De préférence, le au moins deux cavités

concentriques ont une profondeur moyenne de cavité, D_{avg} , de $\geq 0,38$ mm (15 mils : 1 mil = 10^{-3} pouce = 0,0254 mm) (de préférence, 0,38 à 1 mm (15 à 40 mils) ; de manière davantage préférée, de 0,63 à 0,89 mm (25 à 35 mils) ; de manière
5 préférée entre toutes, de 0,76 mm (30 mils)), une largeur de $\geq 0,13$ mm (5 mils) (de préférence, de 0,13 à 3,81 mm (5 à 150 mils) ; de manière davantage préférée, de 0,25 à 2,54 mm (10 à 100 mils) ; de manière préférée entre toutes, de 0,38 à 1,27 mm (15 à 50 mils)) et un espacement de $\geq 0,25$ mm (10 mils) (de
10 préférence, de 0,63 à 3,8 mm (25 à 150 mils) ; de manière davantage préférée, de 1,27 à 2,54 mm (50 à 100 mils) ; de manière préférée entre toutes, de 1,52 à 2,03 mm (60 à 80 mils)). De préférence, les au moins deux cavités concentriques ont une largeur et un espacement, la largeur et l'espacement
15 étant égaux.

De préférence, la pluralité des cavités périodiques (40) peut être choisie dans le groupe constitué d'une pluralité de cavités périodiques non reliées entre elles et d'une pluralité de cavités périodiques reliées entre elles. De préférence,
20 lorsque la pluralité de cavités périodiques est une pluralité de cavités périodiques non reliées entre elles, la deuxième phase polymérique non fugitive est une deuxième phase polymérique non fugitive discontinue. De préférence, lorsque la pluralité des cavités périodiques est une pluralité de
25 cavités périodiques reliées entre elles, la deuxième phase polymérique non fugitive est une deuxième phase polymérique non fugitive continue.

De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a une chambre cylindrique interne (65). De préférence, la chambre cylindrique interne (65) a une extrémité fermée (62) et une
30 extrémité ouverte (68). De préférence, l'extrémité fermée (62) et l'extrémité ouverte (68) sont chacune sensiblement perpendiculaires à un axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée,
35 l'extrémité fermée (62) et l'extrémité ouverte (68) sont essentiellement perpendiculaires à un axe de symétrie (70) de

la chambre cylindrique interne (65). De manière préférée entre toutes, l'extrémité fermée (62) et l'extrémité ouverte (68) sont chacune perpendiculaires à un axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65). (Voir **Figures 6-8**).

5 De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a une chambre cylindrique interne (65) avec un axe de symétrie (70), où l'extrémité ouverte (68) a une ouverture circulaire (69). De manière davantage préférée, le dispositif de mélange axial
10 (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a une chambre cylindrique interne (65) avec un axe de symétrie (70) ; où l'extrémité ouverte (68) a une ouverture circulaire (69) ; et où l'ouverture circulaire (69) est concentrique par rapport à la chambre cylindrique interne (65). De manière
15 préférée entre toutes, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a une chambre cylindrique interne (65) avec un axe de symétrie (70) ; où l'extrémité ouverte (68) a une ouverture circulaire (69) ; où l'ouverture circulaire (69) est concentrique avec la chambre
20 cylindrique interne (65) ; et où l'ouverture circulaire (69) est perpendiculaire à l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65). De préférence, l'ouverture circulaire (69) a un diamètre de 1 à 10 mm (de manière davantage préférée, de 1,5 à 7,5 mm ; de manière encore
25 davantage préférée, de 2 à 6 mm ; de manière préférée entre toutes, de 2,5 à 3,5 mm). (Voir **Figures 6-8**).

De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvre
30 dans la chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65). De préférence, lorsque le
35 dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en liquides de côté (P) (75) qui s'ouvrent dans la chambre

cylindrique interne (65), les au moins deux orifices d'alimentation en liquides de côté (P) (75) sont disposés uniformément suivant la circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, lorsque le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65), les au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) sont disposés uniformément suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65) et sont à égale distance de l'extrémité fermée (62) de la chambre cylindrique interne (65). De préférence, le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) par un orifice ayant un diamètre interne de 0,05 à 3 mm (de préférence, de 0,1 à 0,1 mm ; de manière davantage préférée, de 0,15 à 0,5 mm). De préférence, le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé vers l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé vers et de façon essentiellement perpendiculaire à l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65). De manière préférée entre toutes, le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé vers et de façon perpendiculaire à l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65).

De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en liquides de côté (I) (80) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65). De préférence, lorsque le

dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en liquides de côté (I) (80) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65), les au moins deux orifices d'alimentation en liquides de côté (I) (80) sont disposés uniformément suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, lorsque le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en liquides de côté (I) (80) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65), les au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (I) (80) sont disposés uniformément suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65) et sont à une égale distance de l'extrémité fermée (62) de la chambre cylindrique interne (65). De préférence, le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) par un orifice ayant un diamètre interne de 0,05 à 3 mm (de préférence, de 0,1 à 0,1 mm ; de manière davantage préférée, de 0,15 à 0,5 mm). De préférence, le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) par un orifice ayant un diamètre interne de 0,05 à 1 mm (de préférence, de 0,1 à 0,75 mm ; de manière davantage préférée, de 0,15 à 0,5 mm). De préférence, le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé vers l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, le au moins un (I) orifice d'alimentation en liquide de côté s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé vers et de façon essentiellement perpendiculaire à l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65). De manière préférée entre toutes, le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé vers et de façon perpendiculaire à l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65).

De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et au moins un
5 orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) ; où le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) sont disposés uniformément suivant la circonférence (67) de la
10 chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et au moins un orifice
15 d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) ; où le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) sont disposés uniformément suivant une circonférence (67) de la
20 chambre cylindrique interne (65) et sont à une égale distance de l'extrémité fermée (62) de la chambre cylindrique interne (65).

De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins
25 deux orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65) et au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65). De préférence, lorsque le dispositif de mélange axial (60)
30 utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65) et au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65), les au
35 moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) sont disposés uniformément suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65) et les au moins deux

orifices d'alimentation en liquide de côté (I) (80) sont disposés uniformément suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65). De préférence, lorsque le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65) et au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65), les orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et les orifices d'alimentation en liquides de côté (I) (80) alternent suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, lorsque le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65) et au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65), les orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et les orifice d'alimentation en liquides de côté (I) (80) alternent et sont espacés uniformément suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65). De manière préférée entre toutes, lorsque le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65) et au moins deux orifices d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65); les orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et les orifices d'alimentation en liquide de côté (I) (80) alternent et sont uniformément espacés suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65); et les orifices d'alimentation en liquides de côté (P) (75) et les orifices d'alimentation en liquide de côté (I) (80) sont tous à une égale distance de l'extrémité fermée (62) de la chambre cylindrique interne (65).

De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel (85) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65). De manière
5 davantage préférée, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel (85) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) ; où le au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel
10 (85) est disposé suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne (65) en aval du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) depuis l'extrémité fermée (62). De manière encore davantage préférée,
15 le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels (85) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65) ; où les au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels (85)
20 sont disposés suivant la circonférence de la chambre cylindrique interne (65) en aval du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) depuis l'extrémité fermée (62). De manière encore davantage préférée,
25 le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel (85) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65) ; où les au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels (85)
30 sont disposés suivant la circonférence de la chambre cylindrique interne (65) en aval du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) depuis l'extrémité fermée (62) ; et où les au moins deux orifices
35 d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels (85) sont disposés uniformément suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65). De manière préférée entre

toutes, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels (85) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65) ; où les au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels (85) sont disposés suivant la circonférence de la chambre cylindrique interne (65) en aval du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) depuis l'extrémité fermée (62) ; et où le au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels (85) sont disposés uniformément suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65) et sont à égale distance de l'extrémité fermée (62) de la chambre cylindrique interne (65). De préférence, le au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) par un orifice ayant une dimension critique de 0,1 à 5 mm (de préférence, de 0,3 à 3 mm ; de manière davantage préférée, de 0,5 à 2 mm). De préférence, le au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé tangentielllement suivant une circonférence interne de la chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, le au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé tangentielllement suivant une circonférence interne de la chambre cylindrique interne et sur un plan qui est essentiellement perpendiculaire à l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65). De manière préférée entre toutes, le au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé tangentielllement suivant une circonférence interne de la chambre cylindrique interne et sur un plan qui est perpendiculaire à l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65).

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le composant liquide de côtéé poly (P) comprend au moins l'un parmi un polyol de côtéé (P), une polyamine de côtéé (P) et une alcool amine de côtéé (P).

5 De préférence, le polyol de côtéé (P) est choisi dans le groupe constitué de diols, de polyols, de polyol diols, de leurs copolymères et leurs mélanges. De manière davantage préférée, le polyol de côtéé (P) est choisi dans le groupe constitué des polyéther polyols (par ex.,
10 poly(oxytétraméthylène)glycol, poly(oxypropylène)glycol et leurs mélanges) ; des polyols de polycarbonate ; des polyester polyols ; des polycaprolactone polyols ; leurs mélanges et des mélanges de ceux-ci avec un ou plusieurs polyols de bas poids moléculaire choisis dans le groupe
15 constitué d'éthylène glycol ; de 1,2-propylène glycol ; de 1,3-propylène glycol ; de 1,2-butanediol ; de 1,3-butanediol ; de 2-méthyl-1,3-propanediol ; de 1,4-butanediol ; de néopentyl glycol ; de 1,5-pentanediol ; de 3-méthyl-1,5-pentanediol ; de 1,6-hexanediol ; de diéthylène glycol ; de dipropylène
20 glycol ; et de tripropylène glycol. De manière encore davantage préférée, le au moins un polyol de côtéé (P) est choisi dans le groupe constitué de polytétraméthylène éther glycol (PTMEG) ; de polyols à base d'esters (tels qu'éthylène adipates, butylène adipates) ; de polypropylène éther glycols
25 (PPG) ; de polyols de polycaprolactone ; leurs copolymères et leurs mélanges.

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le composant liquide de côtéé poly (P) utilisé contient au moins un polyol de côtéé(P) ; où le au moins un polyol de côtéé
30 (P) comprend un polyol de haut poids moléculaire ayant un poids moléculaire moyen en nombre, M_N , de 2 500 à 100 000. De manière davantage préférée, le polyol utilisé de haut poids moléculaire a un poids moléculaire moyen en nombre, M_N , de 5 000 à 50 000 (de manière encore davantage préférée, de 7 500
35 à 25 000 ; de manière préférée entre toutes, de 10 000 à 12 000).

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le composant liquide de côté poly (P) utilisé contient au moins un polyol de côté (P) ; où le au moins un polyol de côté (P) comprend un polyol de haut poids moléculaire ayant en moyenne trois à dix groupes hydroxyle par molécule. De manière davantage préférée, le polyol de haut poids moléculaire utilisé a en moyenne quatre à huit (de manière encore davantage préférée, cinq à sept ; de manière préférée entre toutes six) groupes hydroxyle par molécule.

Les exemples de polyols de haut poids moléculaire disponibles dans le commerce comprennent les polyols Specflex®, les polyols Voranol® et les polyols Voralux® (disponibles auprès de The Dow Chemical Company) ; des polyols de spécialité Multranol® et des polyols flexibles Ultracel® (disponibles auprès de Bayer MaterialScience LLC) ; et des polyols Pluracol® (disponibles auprès de BASF). Plusieurs polyols de haut poids moléculaire préférés sont présentés dans le TABLEAU 1.

TABLEAU 1

Polyol de haut poids moléculaire	Nombre de groupes OH <u>par</u> molécule	M_N	Nombre de groupes hydroxyle (mg KOH/g)
Multranol® 3901 Polyol	3,0	6 000	28
Pluracol® 1385 Polyol	3,0	3 200	50
Pluracol® 380 Polyol	3,0	6 500	25
Pluracol® 1123 Polyol	3,0	7 000	24
ULTRACEL® 3000 Polyol	4,0	7 500	30
SPECFLEX® NC630 Polyol	4,2	7 602	31
SPECFLEX® NC632 Polyol	4,7	8 225	32
VORALUX® HF 505 Polyol	6,0	11 400	30
MULTRANOL® 9185 Polyol	6,0	3 366	100
VORANOL® 4053 Polyol	6,9	12 420	31

De préférence, la polyamine de côté (P) est choisie dans le groupe constitué de diamines et d'autres amines multifonctionnelles. De manière davantage préférée, la polyamine de côté (P) est choisie dans le groupe constitué de
5 diamines aromatiques et d'autres amines aromatiques multifonctionnelles telles que, par exemple, la 4,4'-méthylène-bis-o-chloroaniline (« MbOCA ») ; la 4,4'-méthylène-bis-(3-chloro-2,6-diéthylaniline) (« MCDEA ») ; la diméthylthiotoluènediamine ; le di-p-aminobenzoate de
10 triméthylèneglycol ; le di-p-aminobenzoate de polytétraméthylèneoxyde ; le mono-p-aminobenzoate de polytétraméthylèneoxyde ; le di-p-aminobenzoate de polypropylèneoxyde ; le mono-p-aminobenzoate de polypropylèneoxyde ; le 1,2-bis(2-aminophénylthio)éthane ; la
15 4,4'-méthylène-bis-aniline ; la diéthyltoluènediamine ; la 5-tert-butyl-2,4-toluènediamine ; la 3-tert-butyl-2,6-toluènediamine ; la 5-tert-amyl-2,4-toluènediamine ; et la 3-tert-amyl-2,6-toluènediamine et la chlorotoluènediamine.

De préférence, l'alcool amine de côté (P) est choisi dans
20 le groupe constitué de polyols à initiateur amine. De manière davantage préférée, l'alcool amine de côté (P) est choisi dans le groupe constitué de polyols à initiateur amine contenant un à quatre (de manière encore davantage préférée, deux à quatre ; de manière préférée entre toutes, deux) atomes
25 d'azote par molécule. De préférence, l'alcool amine de côté (P) est choisi dans le groupe constitué de polyols à initiateur amine qui ont en moyenne au moins trois groupes hydroxyle par molécule. De manière davantage préférée, l'alcool amine de côté (P) est choisi dans le groupe constitué
30 de polyols à initiateur amine qui ont en moyenne de trois à six (de manière encore davantage préférée, trois à cinq ; de manière préférée entre toutes, quatre) groupes hydroxyle par molécule. Les polyols à initiateur amine particulièrement préférés ont un poids moléculaire moyen en nombre M_N , de ≤ 700
35 (de préférence, de 150 à 650 ; de manière davantage préférée, de 200 à 500 ; de manière préférée entre toutes, de 250 à 300) et ont un indice hydroxyle (déterminé par le procédé de test

ASTM Test Method D4274-11) de 350 à 1 200 mg KOH/g. De manière
davantage préférée, le polyol initié par une amine utilisé a
un indice hydroxyle de 400 à 1 000 mg KOH/g (de manière
préférée entre toutes 600 à 850 mg KOH/g). Les exemples de
5 polyols à initiateur amine disponibles dans le commerce
comprennent la famille de polyols à initiateur amine Voranol®
(disponibles auprès de The Dow Chemical Company) ; les polyols
de spécialité Quadrol® (N,N,N',N'-tétrakis(2-hydroxypropyl-
éthylène-diamine)) (disponibles auprès de BASF) ; les polyols à
10 base d'amine Pluracol® (disponibles auprès de BASF) ; les
polyols à base d'amine Multranol® (disponibles auprès de Bayer
MaterialScience LLC) ; la triisopropanolamine (TIPA)
(disponible auprès de The Dow Chemical Company) ; et la
triéthanolamine (TEA) (disponible auprès de Mallinckrodt Baker
15 Inc.). Plusieurs polyols à initiateur amine préférés sont
présentés dans le TABLEAU 2.

TABLEAU 2

Polyol initié par une amine	Nombre de groupes OH groups <u>par</u> <u>molécule</u>	M_N	Indice d'hydroxyle (mg KOH/g)
Triéthanolamine	3	149	1 130
Triisopropanolamine	3	192	877
MULTRANOL® 9138 Polyol	3	240	700
MULTRANOL® 9170 Polyol	3	481	350
VORANOL® 391 Polyol	4	568	391
VORANOL® 640 Polyol	4	352	638
VORANOL® 800 Polyol	4	280	801
QUADROL® Polyol	4	292	770
MULTRANOL® 4050 Polyol	4	356	630
MULTRANOL® 4063 Polyol	4	488	460
MULTRANOL® 8114 Polyol	4	568	395
MULTRANOL® 8120 Polyol	4	623	360
MULTRANOL® 9181 Polyol	4	291	770
VORANOL® 202 Polyol	5	590	475

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le composant liquide de côtéé poly (P) est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côtéé (P) (75) à une pression de charge de côtéé (P) de 6 895 à 27 600 kPa. De manière davantage préférée, le composant liquide de côtéé poly (P) est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côtéé (P) (75) à une pression de charge de côtéé (P) de 8 000 à 20 000 kPa. De manière préférée entre toutes, le composant liquide de côtéé poly (P) est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côtéé (P) (75) à une pression de charge de côtéé (P) de 10 000 à 17 000 kPa.

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le composant liquide de côtéé iso (I) comprend au moins un isocyanate polyfonctionnel. De préférence, le au moins un isocyanate polyfonctionnel contient deux groupes isocyanate réactifs (à savoir, NCO).

De préférence, le au moins un isocyanate polyfonctionnel est choisi dans le groupe constitué d'un isocyanate polyfonctionnel aliphatique, d'un isocyanate polyfonctionnel aromatique et d'un mélange de ceux-ci. De manière davantage préférée, l'isocyanate polyfonctionnel est un diisocyanate choisi dans le groupe constitué du 2,4-toluène diisocyanate ; du 2,6-toluène diisocyanate ; du 4,4'-diphénylméthane diisocyanate ; du naphtalène-1,5-diisocyanate ; du tolidine diisocyanate ; du para-phénylène diisocyanate ; du xylylene diisocyanate ; de l'isophorone diisocyanate ; de l'hexaméthylène diisocyanate ; du 4,4'-dicyclohexylméthane diisocyanate ; du cyclohexanediisocyanate ; et leurs mélanges. De manière encore davantage préférée, le au moins un isocyanate polyfonctionnel est un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate formé par la réaction d'un diisocyanate avec un polyol prépolymère.

De préférence, le au moins un isocyanate polyfonctionnel est un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate ; où le

prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate a 2 à 12 % en poids de groupes isocyanate n'ayant pas réagi (NCO). De manière davantage préférée, le prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate utilisé dans le procédé de la présente invention a 2 à 10 % en poids (de manière encore davantage préférée, 4 à 8 % en poids ; de manière préférée entre toutes, 5 à 7 % en poids) de groupes isocyanate n'ayant pas réagi (NCO).

De préférence, le prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate utilisé est le produit réactionnel d'un diisocyanate avec un polyol prépolymère ; où le polyol prépolymère est choisi dans le groupe constitué de diols, de polyols, de polyol diols, leurs copolymères et leurs mélanges. De manière davantage préférée, le prépolymère polyol est choisi dans le groupe constitué de polyéther polyols (par ex., poly(oxytétraméthylène)glycol, poly(oxypropylène)glycol et leurs mélanges) ; de polyols de polycarbonate ; polyester polyols de ; de polycaprolactone polyols ; de leurs mélanges et des mélanges de ceux-ci avec un ou plusieurs polyols de bas poids moléculaire choisis dans le groupe constitué d'éthylène glycol ; de 1,2-propylène glycol ; de 1,3-propylène glycol ; de 1,2-butanediol ; de 1,3-butanediol ; de 2-méthyl-1,3-propanediol ; de 1,4-butanediol ; de néopentyl glycol ; de 1,5-pentanediol ; de 3-méthyl-1,5-pentanediol ; de 1,6-hexanediol ; de diéthylène glycol ; de dipropylène glycol ; et de tripropylène glycol. De manière encore davantage préférée, le polyol prépolymère est choisi dans le groupe constitué de polytétraméthylène éther glycol (PTMEG) ; de polyols à base d'ester (tels que les éthylène adipates, butylène adipates) ; de polypropylène éther glycols (PPG) ; de polycaprolactone polyols ; de leurs copolymères ; et leurs mélanges. De manière préférée entre toutes, le polyol prépolymère est choisi dans le groupe constitué de PTMEG et de PPG.

De préférence, lorsque le polyol prépolymère est le PTMEG, le prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate a une concentration en groupes isocyanate n'ayant pas réagi

(NCO) de 2 à 10 % en poids (de manière davantage préférée, de 4 à 8 % en poids ; de manière préférée entre toutes, de 6 à 7 % en poids). Les exemples de prépolymères d'uréthane à terminaison isocyanate à base de PTMEG disponibles dans le commerce comprennent les prépolymères Imuthane® (disponibles auprès de COIM USA, Inc., tels que PET-80A, PET-85A, PET-90A, PET-93A, PET-95A, PET-60D, PET-70D, PET-75D) ; les prépolymères Adiprene® (disponibles auprès de Chemtura, such as, LF 800A, LF 900A, LF 910A, LF 930A, LF 931A, LF 939A, LF 950A, LF 952A, LF 600D, LF 601D, LF 650D, LF 667, LF 700D, LF750D, LF751D, LF752D, LF753D et L325) ; les prépolymères Andur® (disponibles auprès d'Anderson Development Company, tels que 70APLF, 80APLF, 85APLF, 90APLF, 95APLF, 60DPLF, 70APLF, 75APLF).

De préférence, lorsque le polyol prépolymère est le PPG, le prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate a une concentration en groupes isocyanate n'ayant pas réagi (NCO) de 3 à 9 % en poids (de manière davantage préférée, de 4 à 8 % en poids, de manière préférée entre toutes, de 5 à 6 % en poids). Les exemples de prépolymères d'uréthane à terminaison isocyanate à base de PPG disponible dans le commerce comprennent les prépolymères Imuthane® (disponibles auprès de COIM USA, Inc., tels que PPT-80A, PPT-90A, PPT-95A, PPT-65D, PPT-75D) ; les prépolymères Adiprene® (disponibles auprès de Chemtura, tels que LFG 963A, LFG 964A, LFG 740D) ; et les prépolymères Andur® (disponibles auprès d'Anderson Development Company, tels que 8000APLF, 9500APLF, 6500DPLF, 7501DPLF).

De préférence, le prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate utilisé dans le procédé de la présente invention est un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate à faible teneur en monomère libre ayant moins de 0,1 % en poids de teneur en monomère de toluène diisocyanate (TDI) libre.

Les prépolymères d'uréthane à terminaison isocyanate non à base de TDI peuvent également être utilisés dans le procédé de la présente invention. Par exemple, les prépolymères d'uréthane à terminaison isocyanate comprennent ceux formés par la réaction de 4,4'-diphénylméthane diisocyanate (MDI) et

de polyols tels que le polytétraméthylène glycol (PTMEG) avec des diols éventuels tels que le 1,4-butanediol (BDO) sont acceptables. Lorsque ces prépolymères d'uréthane à terminaison isocyanate sont utilisés, la concentration en groupes isocyanate n'ayant pas réagi (NCO) est de préférence de 4 à 10 % en poids (de manière davantage préférée, de 4 à 8 % en poids, de manière préférée entre toutes, de 5 à 7 % en poids). Les exemples de prépolymères d'uréthane à terminaison isocyanate disponibles dans le commerce dans cette catégorie comprennent les prépolymères Imuthane[®] (disponibles auprès de COIM USA, Inc. tels que 27-85A, 27-90A, 27-95A) ; les prépolymères Andur[®] (disponibles auprès d'Anderson Development Company, tels que IE75AP, IE80AP, IE85AP, IE90AP, IE95AP, IE98AP) ; les prépolymères Vibrathane[®] (disponibles auprès de Chemtura, tels que B625, B635, B821) ; les prépolymères modifiés Isonate[®] (disponibles auprès de The Dow Chemical Company, tels que Isonate[®] 240 avec 18,7 % de NCO, Isonate[®] 181 avec 23 % de NCO, Isonate[®] 143L avec 29,2 % de NCO) ; et le MDI polymère (disponibles auprès de The Dow Chemical Company, tel que PAPI[®] 20, 27, 94, 95, 580N, 901).

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le composant liquide de côté iso (I) est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) à une pression de charge de côté (I) de 6 895 à 27 600 kPa. De manière davantage préférée, le composant liquide de côté iso (I) est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par le au moins un orifice d'alimentation liquide de côté (I) (80) à une pression de côté de charge (I) de 8 000 à 20 000 kPa. De manière préférée entre toutes, le composant liquide de côté iso de (I) est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) à une pression de charge de côté (I) de 10 000 à 17 000 kPa.

De préférence, dans le procédé de la présente invention, au moins l'un du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) peut contenir éventuellement des matériaux liquides supplémentaires. Par exemple, au moins

un composant parmi le composant liquide de côté poly (P) et le composant liquide de côté iso (I) peut contenir des matériaux liquides choisis dans le groupe constitué d'agents moussants (par ex., agents moussant de type carbamate tels que le produit d'addition CO₂/amine aliphatique Specflex™ NR 556 CO₂/adduit disponibles auprès de The Dow Chemical Company) ; de catalyseurs (par ex., catalyseurs de type amines tertiaires tels que le catalyseur Dabco® 33LV disponibles auprès d'Air Products, Inc. ; et le catalyseur étain tel que Fomrez® tin catalyst de Momentive) ; et de tensioactifs (par ex., tensioactif silicone Tegostab® d'Evonik). De préférence, dans le procédé de la présente invention, le composant liquide de côté poly (P) contient un matériau liquide supplémentaire. De manière davantage préférée, dans le procédé de la présente invention, le composant liquide poly de côté (P) contient un matériau liquide supplémentaire ; où le matériau liquide supplémentaire est au moins l'un parmi un catalyseur et un tensioactif. De manière préférée entre toutes, dans le procédé de la présente invention, le composant liquide de côté poly (P) contient un catalyseur et un tensioactif.

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le gaz pressurisé utilisé est choisi dans le groupe constitué de dioxyde de carbone, d'azote, d'air et d'argon. De manière davantage préférée, le gaz pressurisé utilisé est choisi dans le groupe constitué de dioxyde de carbone, d'azote et d'air. De manière encore davantage préférée, le gaz pressurisé utilisé est choisi dans le groupe constitué d'azote et d'air. De manière préférée entre toutes, le gaz pressurisé utilisé est l'air.

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le gaz pressurisé utilisé a une teneur en eau de ≤ 10 ppm. De manière davantage préférée, le gaz pressurisé utilisé a une teneur en eau de ≤ 1 ppm. De manière encore davantage préférée, le gaz pressurisé utilisé a une teneur en eau de $\leq 0,1$ ppm. De manière préférée entre toutes, le gaz pressurisé utilisé a une teneur en eau de $\leq 0,01$ ppm.

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par les au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels (85) avec une vitesse d'entrée, la
5 vitesse d'entrée étant de 50 à 600 m/s calculée sur la base de conditions de gaz parfait à 20 °C et à une pression de 1 atm, ou de préférence, de 75 à 350 m/s. Sans souhaiter être lié par une théorie, il est à noter que lorsque la vitesse d'entrée est trop faible, la couche de polissage déposée dans le moule
10 a une probabilité accrue de développer des craquelures indésirables.

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par les au moins deux orifices d'alimentation en
15 gaz pressurisé tangentiels (85) avec une pression d'alimentation de 150 à 1 500 kPa. De manière davantage préférée, le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par les au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels (85) avec une
20 pression d'alimentation de 350 à 1 000 kPa. De manière préférée entre toutes, le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par les au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels (85) avec une pression d'alimentation de 550 à 830 kPa.

De préférence, le procédé de formation d'une couche de polissage de tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention, comprend : la fourniture d'un composant liquide de côté poly (P) et d'un composant liquide de côté iso (I) ; où le composant liquide de côté poly (P) et le composant
30 liquide de côté iso (I) sont fournis en un rapport stœchiométrique des groupes hydrogène réactifs (c'est-à-dire le total des groupes amine (NH_2) et des groupes hydroxyle (OH)) dans les composants du composant liquide de côté poly (P) aux groupes isocyanate n'ayant pas réagi (NCO) dans le
35 composant liquide de côté iso (I) de 0,85 à 1,15 (de manière davantage préférée, de 0,90 à 1,10 ; de manière préférée entre toutes, de 0,95 à 1,05).

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le débit de masse combiné du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) dans la chambre cylindrique interne (65) est de 1 à 500 g/s (de préférence, 2 à 40 g/s ; de manière davantage préférée, de 2 à 25 g/s).

De préférence, dans le procédé de la présente invention, le rapport du (a) total du débit de masse combiné du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) dans la chambre cylindrique interne (65) par rapport au (b) débit de masse du gaz pressurisé dans la chambre cylindrique interne (65) (calculé sur la base de conditions de gaz parfait à 20 °C et à une pression de 1 atm) est de ≤ 46 à 1 (de manière davantage préférée, ≤ 30 à 1).

De préférence, dans le procédé de la présente invention, la combinaison formée dans le dispositif de mélange axial (60) est évacuée depuis l'extrémité ouverte (68) de la chambre cylindrique interne (65) en direction du côté de polissage (37) du premier composant de couche de polissage (32) à une vitesse de 10 à 300 m/s, remplissant la pluralité de cavités périodiques (40) avec la combinaison et permettant à la combinaison de se solidifier pour former une structure composite (58). De manière davantage préférée, la combinaison est évacuée de l'ouverture (69) à l'extrémité ouverte (68) du dispositif de mélange axial (60) avec une vitesse ayant un composant z dans une direction parallèle à l'axe z (Z) en direction du côté de polissage (37) du premier composant de la couche de polissage (32) de 10 à 300 m/s, remplissant la pluralité des cavités périodiques (40) avec la combinaison et permettant à la combinaison de se solidifier pour former une structure composite (58). (Voir **Figure 9**).

De préférence, dans le procédé de la présente invention, la combinaison est évacuée de l'extrémité ouverte (68) du dispositif de mélange axial (60) sur une élévation, E, dans la dimension z au-dessus du côté de polissage (37) du premier composant de la couche de polissage (32). De manière davantage préférée, la combinaison est évacuée de l'extrémité ouverte (68) du dispositif de mélange axial (60) sur une élévation,

E ; l'élévation moyenne, **E**, étant de 2,5 à 125 cm (de manière davantage préférée, de 7,5 à 75 cm ; de manière préférée entre toutes, de 12,5 à 50 cm). (Voir **Figure 9**).

De préférence, dans le procédé de la présente invention,
5 la combinaison formée dans le dispositif de mélange axial a un temps de gel de 5 à 900 secondes. De manière davantage préférée, la combinaison formée dans le dispositif de mélange axial a un temps de gel de 10 à 600 secondes. De manière préférée entre toutes, la combinaison formée dans le
10 dispositif de mélange axial a un temps de gel de 15 à 120 secondes.

L'homme du métier moyen saura comment choisir une couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) ayant une épaisseur de couche de polissage, **T_P**,
15 appropriée pour l'utilisation dans un tampon de polissage mécano-chimique (200) pour une opération de polissage donnée. De préférence, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) a une épaisseur moyenne de couche de polissage, **T_{P-avg}**, suivant un axe (98) perpendiculaire
20 à un plan (99) de la surface de polissage (95). De manière davantage préférée, l'épaisseur moyenne de la couche de polissage, **T_{P-avg}**, est de 0,51 à 3,81 mm (20 à 150 mils) (de manière davantage préférée, de 0,76 à 3,05 mm (30 à 125 mils) ; de manière préférée entre toutes, de 1,00 à 3,05 mm
25 (40 à 120 mils)). De manière préférée entre toutes, l'épaisseur moyenne de la couche de polissage, **T_{P-avg}**, est égale à l'épaisseur moyenne du premier composant, **T_{1-avg}**. (Voir **Figures 3 et 10-11**).

De préférence, le deuxième composant de couche de
30 polissage (45) est une deuxième phase polymérique non fugitive (50) occupant la pluralité des cavités périodiques (40) dans la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) de la présente invention ayant une hauteur **H**, mesurée perpendiculairement par rapport à la
35 surface de polissage (95) depuis la surface inférieure (92) de la couche de polissage (90) en direction de la surface de polissage (95). De préférence, le deuxième composant de la

couche de polissage (45) est une deuxième phase polymérique non fugitive (50) occupant la pluralité des cavités périodiques (40) ayant une hauteur moyenne, H_{avg} , mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage (95) depuis la surface inférieure (92) de la couche de polissage (90) en direction de la surface de polissage (95) ; où la valeur absolue de la différence, ΔS , entre l'épaisseur moyenne de la couche de polissage, T_{p-avg} , et la hauteur moyenne, H_{avg} , est $\leq 0,5 \mu m$. De manière davantage préférée, la valeur absolue de la différence, ΔS , est $\leq 0,2 \mu m$. De manière encore davantage préférée, la valeur absolue de la différence, ΔS , est $\leq 0,1 \mu m$. De manière préférée entre toutes, la valeur absolue de la différence, ΔS , est $\leq 0,05 \mu m$. (Voir par ex. Figure 11).

De préférence, le deuxième composant de la couche de polissage (45) est une deuxième phase polymérique non fugitive (50) qui occupe la pluralité des cavités périodiques (40) dans la première phase polymérique non fugitive continue (30) du premier composant de la couche de polissage (32), où il existe des liaisons chimiques entre la première phase polymérique non fugitive continue (30) et la deuxième phase polymérique non fugitive (50). De manière davantage préférée, la deuxième phase polymérique non fugitive (50) occupe la pluralité des cavités périodiques (40) dans la première phase polymérique non fugitive continue (30), où il existe des liaisons covalentes entre la première phase polymérique non fugitive continue (30) et la deuxième phase polymérique non fugitive (50) de sorte que les phases ne puissent pas être séparées sauf si les liaisons covalentes entre les phases sont rompues.

De préférence, dans le procédé de la présente invention, la combinaison se solidifie en tant que deuxième composant de la couche de polissage (45) dans la pluralité des cavités (40) pour former une structure composite (58) ; où le deuxième composant de la couche de polissage (45) est une deuxième phase polymérique non fugitive (50) ; et la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) provient de la structure composite (58), où la couche de

polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) a une surface de polissage (95) sur le côté de polissage (37) du premier composant de la couche de polissage (32) ; où la surface de polissage (95) est adaptée pour le polissage d'un substrat.

De préférence, dans le procédé de la présente invention, l'obtention de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) à partir de la structure composite (58) comprend en outre : l'usinage de la structure composite (58) pour obtenir la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90). De manière davantage préférée, l'usinage de la structure composite (58) pour obtenir la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90), où la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) ainsi obtenue a une épaisseur moyenne de couche de polissage, T_{p-avg} , mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage (95) depuis la surface inférieure (92) jusqu'à la surface de polissage (95) ; où l'épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} , égale l'épaisseur moyenne de la couche de polissage, T_{p-avg} ; où la deuxième phase polymérique non fugitive occupant la pluralité des cavités périodiques a une hauteur moyenne, H_{avg} , mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage (95) depuis la surface inférieure (92) en direction de la surface de polissage (95) ; et où une valeur absolue d'une différence, ΔS , entre l'épaisseur moyenne de la couche de polissage, T_{p-avg} , et la hauteur moyenne, H_{avg} , est $\leq 0,5 \mu m$ (de préférence, $\leq 0,2 \mu m$; de manière davantage préférée, $\leq 0,1 \mu m$; de manière préférée entre toutes, $\leq 0,05 \mu m$). (Voir par ex. **Figure 11**).

De préférence, dans le procédé de la présente invention, la structure composite (58) est usinée par au moins un moyen parmi l'abrasion (par ex., à l'aide d'un disque de conditionnement au diamant) ; la découpe ; le fraisage (par ex., à l'aide de mèches tranchantes rotatives sur une machine de fraisage) ; le tournage (par ex., à l'aide de mèches tranchantes stationnaires appliquées à une structure composite

rotative (58)) et le tranchage. De manière davantage préférée, dans le procédé de la présente invention, la structure composite (58) est usinée par au moins un moyen parmi le fraisage et le tournage pour obtenir la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90).

De préférence, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) préparée en utilisant le procédé de la présente invention est adaptée pour le polissage d'un substrat ; où le substrat est au moins l'un parmi un substrat magnétique, un substrat optique et un substrat semi-conducteur. De manière davantage préférée, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) préparée en utilisant le procédé de la présente invention est adaptée pour le polissage d'un substrat ; où le substrat est un substrat semi-conducteur. De manière préférée entre toutes, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) préparée en utilisant le procédé de la présente invention est adaptée pour le polissage d'un substrat ; le substrat étant une galette de semi-conducteur.

De préférence, dans le procédé de la présente invention, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique a une surface de polissage dotée d'un motif de rainure formé dans la surface de polissage. De préférence, le motif de rainure comprend une ou plusieurs rainures disposées sur la surface de polissage de sorte que par rotation de la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique pendant le polissage, l'une ou plusieurs rainures balaient la surface du substrat qui est poli. De préférence, l'une ou les plusieurs rainures sont constituées de rainures courbes, de rainures linéaires et leurs combinaisons.

De préférence, le motif de rainure comprend une pluralité de rainures. De manière davantage préférée, le motif de rainure est choisi parmi une configuration de rainures. De préférence, la configuration de rainures est choisi dans le groupe constitué de rainures concentriques (qui peuvent être circulaires ou spiralées), de rainures courbes, de rainures

croisées (par ex., disposées comme une grille X-Y sur la surface du tampon), d'autres configurations régulières (par ex., hexagones, triangles), de motifs de type bande de roulement de pneumatique, de configurations irrégulières (par ex., un motif fractal), et leurs combinaisons. De manière
5 davantage préférée, la configuration de rainures est choisie dans le groupe constitué de rainures aléatoires, de rainures concentriques, de rainures spiralées, de rainures croisées, de rainures quadrillées en X-Y, de rainures hexagonales, de
10 rainures triangulaires, de rainures de type fractales et leurs combinaisons. De manière préférée entre toutes, la surface de polissage a un motif de rainure spiralée formée dans celui-ci. Le profil de la rainure est choisi de préférence parmi un profil rectangulaire avec des parois latérales droites ou la
15 section transversale de la rainure peut être en forme de « V », en forme de « U », en dents de scie et leurs combinaisons.

De préférence, le motif de rainure comprend une pluralité de rainures formées dans la surface de polissage d'une couche
20 de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique, où la pluralité des rainures est constituée de rainures courbes.

De préférence, le motif de rainure comprend une pluralité de rainures formées dans la surface de polissage d'une couche
25 de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique, où la pluralité de rainures est constituée de rainures circulaires concentriques.

De préférence, le motif de rainure comprend une pluralité de rainures formées dans la surface de polissage d'une couche
30 de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique, où la pluralité des rainures est constituée de rainures linéaires X-Y.

De préférence, le motif de rainure comprend une pluralité de rainures formées dans la surface de polissage d'une couche
35 de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique, où la pluralité de rainures est constituée de rainures circulaires concentriques et de rainures linéaires X-Y.

De préférence, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) a au moins une rainure (105) formée dans la surface de polissage (95) ouverte au niveau de la surface de polissage (95) et ayant une profondeur de rainure, G_{depth} , depuis la surface de polissage (95) mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage (95) depuis la surface de polissage (95) en direction de la surface inférieure (92). De manière davantage préférée, la au moins une rainure (105) a une profondeur moyenne de rainure, $G_{\text{depth-avg}}$, de $\geq 0,25$ mm (10 mils) (de préférence, de 0,25 à 3,81 mm (10 à 150 mils)). De manière encore davantage préférée, la au moins une rainure (105) a une profondeur moyenne de rainure, $G_{\text{depth-avg}}$, \leq la profondeur moyenne de la pluralité de cavités périodiques, D_{avg} . De préférence, la au moins une rainure (105) a une profondeur moyenne de rainure, $G_{\text{depth-avg}}$, $>$ la profondeur moyenne de la pluralité de cavités périodiques, D_{avg} . De préférence, la au moins une rainure (105) forme un motif de rainure qui comprend au moins deux rainures (105) ayant une combinaison d'une profondeur moyenne de rainure, $G_{\text{depth-avg}}$, choisie parmi $\geq 0,25$ mm (10 mils), $\geq 0,38$ mm (15 mils) et 0,38 à 3,81 mm (15 à 150 mils) ; une largeur choisie parmi $\geq 0,25$ mm (10 mils) et 0,25 à 2,5 mm (10 à 100 mils) ; et un espacement choisi parmi $\geq 0,76$ mm (30 mils), $\geq 41,27$ mm (50 mils), 1,27 à 5,10 mm (50 à 200 mils), 1,78 à 5,10 mm (70 à 200 mils) et 2,29 à 5,10 mm (90 à 200 mils). De préférence, la au moins une rainure (105) est choisie parmi (a) au moins deux rainures concentriques ; (b) au moins une rainure spiralée ; (c) un motif à rainures croisées ; et (d) une combinaison de ceux-ci. (Voir **Figures 12, 13a et 13b**).

De préférence, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) préparée selon le procédé de la présente invention a une épaisseur moyenne de couche de polissage, $T_{\text{p-avg}}$, de 0,51 à 3,81 mm (20 à 150 mils). De manière davantage préférée, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique (90) préparée selon le procédé de la présente invention a une épaisseur moyenne de la couche de polissage, $T_{\text{p-avg}}$, de 0,76 à 3,17 mm (30 à 125 mils) (de manière

encore davantage préférée, de 1,00 à 3,05 mm (40 à 120 mils) ; de manière préférée entre toutes, de 1,27 à 2,50 mm (50 à 100 mils)). (Voir **Figure 3**).

De préférence, dans le procédé de la présente invention,
5 la fourniture du premier composant de la couche de polissage comprend en outre : la fourniture d'un moule (10) ayant un fond (12) et une paroi périphérique (15), le fond (12) et la paroi périphérique (15) définissant une cavité de moule (20) ; la fourniture d'un prépolymère d'uréthane à terminaison
10 isocyanate de première phase continue ayant 8 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi, d'un agent de durcissement de première phase continue et éventuellement, d'une pluralité de matériaux polymérique à noyau creux ; le mélange du prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première
15 phase continue et de l'agent de durcissement de première phase continue pour former un mélange ; le versement du mélange dans la cavité de moule (20) ; la solidification du mélange en un gâteau de la première phase polymérique non fugitive continue ; l'obtention d'une feuille à partir du gâteau (de
20 préférence, l'obtention d'une pluralité de feuilles du gâteau) ; la formation de la pluralité de cavités périodiques dans la feuille pour fournir le premier composant de la couche de polissage (de préférence, la formation de la pluralité de cavités périodiques dans la pluralité de feuilles pour fournir
25 une pluralité des premiers composants de la couche de polissage). De manière davantage préférée, la pluralité de matériaux polymériques à noyau creux est incorporée dans la première phase polymérique non fugitive continue à 1 à 58 % en poids. (Voir **Figure 1**).

30 De préférence, dans le procédé de la présente invention, la cavité de moule (20) a un axe central, C_{axis} , (22) qui coïncide avec l'axe z et qui croise la frontière interne horizontale (14) du fond (12) du moule (10) en un point central (21). De préférence, le point central (21) est situé
35 au centre géométrique de la section transversale, C_{x-sect} , (24) de la cavité du moule (20) projetée sur le plan x-y (28). (Voir **Figure 1**).

De préférence, la section transversale de la cavité, C_{x-sect} , (24) projetée sur le plan x-y (28) peut être de toute forme bidimensionnelle régulière ou irrégulière. De préférence, la section transversale de la cavité du moule, C_{x-sect} , (24) est choisie parmi un polygone et une ellipse. De manière davantage préférée, la section transversale de la cavité du moule, C_{x-sect} , (24) est une section transversale sensiblement circulaire ayant un rayon moyen, r_c , (de préférence, où r_c est de 20 à 100 cm ; de manière davantage préférée, où r_c est de 25 à 65 cm ; de manière préférée entre toutes, où r_c est de 40 à 60 cm). De manière préférée entre toutes, la cavité du moule (20) se rapproche d'une région ayant la forme d'un cylindre droit ayant une section transversale sensiblement circulaire, C_{x-sect} ; où la cavité de moule a un axe de symétrie, C_{x-sym} , (25) qui coïncide avec l'axe central de la cavité de moule, C_{axis} , (22) ; dans laquelle la région de forme cylindrique droit a une surface de section transversale, C_{x-area} , définie comme suit :

$$C_{x-area} = \pi r_c^2,$$

où r_c est le rayon moyen de la surface de section transversale de la cavité du moule, C_{x-area} , projetée sur le plan x-y (28) ; et où r_c est de 20 à 100 cm (de manière davantage préférée, de 25 à 65 cm ; de manière préférée entre toutes, de 40 à 60 cm). (Voir **Figure 1**).

De préférence, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique préparée selon le procédé de la présente invention peut être amenée à former une interface avec au moins une couche supplémentaire pour former un tampon de polissage mécano-chimique. De préférence, la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique préparée selon le procédé de la présente invention est amenée à former une interface avec un sous-tampon (220) en utilisant un adhésif d'empilement (210). De préférence, le sous-tampon (220) est constitué d'un matériau choisi dans le groupe constitué d'une mousse à alvéoles ouverts, d'une mousse à alvéoles fermés, d'un matériau tissé, d'un matériau non tissé (par ex., matériau feutré, filé-lié ou aiguilleté), et leurs

combinaisons. L'homme du métier moyen saura choisir un matériau de construction et une épaisseur de sous-tampon, T_s , appropriés, pour leur utilisation en tant que sous-tampon (220). De préférence, le sous-tampon a une épaisseur moyenne
5 de sous-tampon (220), T_{s-avg} , de $\geq 0,38$ (15 mils) (de manière davantage préférée, de 0,76 à 2,54 mm (30 à 100 mils) ; de manière préférée entre toutes, de 0,76 à 1,90 mm (30 à 75 mils). (Voir **Figure 11**).

L'homme du métier moyen saura comment choisir un adhésif
10 d'empilement approprié pour son utilisation dans le tampon de polissage mécano-chimique. De préférence, l'adhésif d'empilement est un adhésif thermofusible. De manière davantage préférée, l'adhésif d'empilement est un adhésif thermofusible réactif. De manière encore davantage préférée,
15 l'adhésif thermofusible est un adhésif thermofusible réactif durci qui présente une température de fusion dans son état non durci de 50 à 150 °C, de préférence de 115 à 135 °C et présente un délai d'utilisation ≤ 90 minutes après la fusion. De manière préférée entre toutes, l'adhésif thermofusible
20 réactif dans son état non durci comprend une résine polyuréthane (par ex., Mor-Melt™ R5003 disponible auprès de The Dow Chemical Company).

De préférence, le tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention est adapté pour être amené à former une
25 interface avec une platine d'une machine de polissage. De préférence, le tampon de polissage mécano-chimique est adapté pour être fixé au plateau d'une machine de polissage. De manière davantage préférée, le tampon de polissage mécano-chimique peut être fixé au plateau en utilisant au moins l'un
30 parmi un adhésif sensible à la pression et un vide.

De préférence, le tampon mécano-chimique (200) comprend un adhésif de plateau sensible à la pression (230) appliqué au sous-tampon (220). L'homme du métier moyen saura comment choisir un adhésif sensible à la pression approprié pour son
35 utilisation comme adhésif de plateau sensible à la pression. De préférence, le tampon de polissage mécano-chimique comprendra également une couche de séparation (240) appliquée

sur l'adhésif de plateau sensible à la pression(230), l'adhésif de plateau sensible à la pression(230) étant interposé entre le sous-tampon (220) et la couche de séparation (240). (Voir **Figure 11**).

5 Une étape importante des opérations de polissage de substrat est la détermination d'un point final du procédé. Un procédé classique *in situ* pour la détection d'un point final consiste à doter un tampon de polissage d'une fenêtre qui est transparente pour des longueurs d'ondes de lumière choisies.
10 Pendant le polissage, un faisceau lumineux est dirigé au travers de la fenêtre à la surface de la galette où il se reflète et repasse au travers de la fenêtre jusqu'à un détecteur (par ex., un spectrophotomètre). Sur la base du signal de retour, les propriétés de la surface du substrat
15 (par ex., l'épaisseur des films sur celui-ci) peuvent être déterminées pour la détection du point final. Pour faciliter ces procédés de détection du point final basés sur la lumière, le tampon de polissage mécano-chimique (200) de la présente invention, comprend en outre éventuellement une fenêtre de
20 détection de point final (270). De préférence, la fenêtre de détection de point final est choisie à partir d'une fenêtre intégrée incorporée dans la couche de polissage composite ; et un bloc de fenêtre de détection de point final mis en place incorporé dans le tampon de polissage mécano-chimique. L'homme
25 du métier moyen saura choisir un matériau de construction approprié pour la fenêtre de détection de point final pour son utilisation dans le procédé de polissage prévu. (Voir **Figure 14**).

Des modes de réalisation de la présente invention seront
30 à présent décrits en détail dans les exemples suivants.

Exemples 1 à 3 : tampons de polissage mécano-chimique

Des tampons de polissage en polyuréthane du commerce ont été utilisés comme première phase non fugitive continue dans
35 les tampons de polissage mécano-chimiques préparés selon chacun des **exemples 1 à 3**. En particulier, dans l'**exemple 1**, un tampon de polissage en polyuréthane IC1000™ du commerce

présentant une pluralité de cavités périodiques circulaires concentriques ayant une profondeur moyenne de cavité, D_{avg} , de 0,76 mm (30 mils), une largeur de 1,52 mm (60 mils) et un espacement de 3,05 mm (120 mils) a été fourni en tant que première phase polymérique non fugitive continue. Dans l'**exemple 2**, un tampon de polissage polyuréthane du commerce VP5000TM présentant une pluralité de cavités circulaires concentriques ayant une profondeur moyenne de cavité, D_{avg} , de 0,76 mm (30 mils), une largeur de 0,89 mm (35 mils) et un espacement de 1,78 mm (70 mils) a été fourni en tant que première phase polymérique non fugitive continue. Dans l'**exemple 3**, un tampon de polissage en polyuréthane VP5000TM présentant une pluralité de cavités circulaires concentriques ayant une profondeur de cavité moyenne, D_{avg} , de 0,76 mm (30 mils), une largeur de 1,52 mm (60 mils) et un espacement de 3,05 mm (120 mils) a été fourni en tant que première phase polymérique non fugitive continue.

Un composant liquide de côté poly (P) a été fourni, contenant : 77,62 % en poids de polyéther polyol de haut poids moléculaire (Voralux[®] HF 505 polyol disponible auprès de The Dow Chemical Company) ; 21,0 % en poids de monoéthylène glycol ; 1,23 % en poids d'un tensioactif à base de silicone (tensioactif Tegostab[®] B8418 disponibles auprès d'Evonik) ; 0,05 % en poids d'un catalyseur à base d'étain (Fomrez[®] UL-28 disponible auprès de Momentive) ; et 0,10 % en poids d'un catalyseur à base d'amine tertiaire (Dabco[®] 33LV catalyst disponible auprès d'Air Products, Inc.). Un matériau liquide supplémentaire (produit d'addition CO₂/amine aliphatique SpecflexTM NR 556 disponible auprès de The Dow Chemical Company) a été ajouté au composant liquide de côté poly (P) à raison de 4 parties pour 100 parties en poids de composant liquide de côté poly (P). Un composant liquide de côté iso (I) a été fourni, contenant : 100 % en poids d'un diphénylméthane diisocyanate modifié (prépolymère de MDI IsonateTM 181 disponible auprès de The Dow Chemical Company.) Un gaz pressurisé (air sec) a été fourni.

Une deuxième phase polymérique non fugitive a ensuite été fournie dans la pluralité des cavités circulaires concentriques de chacun des matériaux de première phase polymérique non fugitif continu en utilisant un dispositif de mélange axial (MicroLine 45 CSM dispositif de mélange axial disponible auprès d'Hennecke GmbH) ayant un orifice d'alimentation en liquide de côté (P), un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) et quatre orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel. Le composant liquide de côté poly (P) et le composant liquide de côté iso (I) ont été chargés dans le dispositif de mélange axial par leurs orifices d'alimentation respectifs avec une pression de charge de côté (P) de 12 500 kPa, une pression de charge de côté (I) de 17 200 kPa et à un rapport en poids de (I)/(P) de 1,564 (en donnant un rapport stœchiométrique de groupes hydrogène réactifs aux groupes NCO de 0,95). Le gaz pressurisé a été chargé par les orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel avec une pression d'alimentation de 830 kPa pour donner un rapport des débits massiques des composants liquides combinés au gaz dans le dispositif de mélange axial de 3,8 à 1 pour former une combinaison. La combinaison a ensuite été évacuée du dispositif de mélange axial en direction de chacune des premières phases polymériques non fugitives continues notées à une vitesse de 254 m/s pour remplir la pluralité des cavités et former des structures composites. Les structures composites ont été mises à durcir pendant 16 heures à 100 °C. Les structures composites ont ensuite été usinées sur un tour pour donner des tampons de polissage mécano-chimique des **exemples 1 à 3**. Les surfaces de polissage de chacun des tampons de polissage mécano-chimique des **exemples 1 à 3**, ont ensuite été rainurées pour donner un motif de rainures X-Y ayant une largeur de rainure de 1,78 mm (70 mils), une profondeur de rainure de 0,81 mm (32 mils) et un espacement de 14,73 mm (580 mils).

Porosité ouverts

La porosité des cellules ouvertes des couches de polissage du tampon de polissage du commerce l'IC1000TM et des couches de polissage du tampon de polissage du VP5000TM est indiquée comme étant < 3 % en vol. La porosité des cellules
5 ouverts de la deuxième phase polymérique non fugitive formée dans les tampons de polissage mécano-chimiques dans chacun des **Exemples 1 à 3** était > 10 % en vol.

Exemples comparatifs PC1-PC2 et exemples P1-P3

10 **Expériences sur la vitesse de retrait du polissage mécano-chimique**

Des tests de vitesse de retrait par polissage du dioxyde de silicium ont été réalisés avec les tampons de polissage mécano-chimique préparés selon chacun des **exemples 1 à 3** et
15 comparés avec ceux obtenus dans les **Exemples comparatifs PC1 à PC2** en utilisant un tampon de polissage en polyuréthane IC1000TM et un VP5000TM (tous deux disponibles dans le commerce auprès de Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc.) et chacun ayant le même motif de rainure X-Y noté dans les
20 **Exemples**. Spécifiquement, la vitesse de retrait du dioxyde de silicium pour chacun des tampons de polissage est présenté dans le **TABLEAU 3**. Les expériences de la vitesse de retrait par polissage ont été réalisées sur des galettes en feuille de TEOS S15KTEN de couverture de 200 mm de Novellus Systems, Inc.
25 Un appareil de polissage de 200 mm Mirra[®] Applied Materials a été utilisé. Toutes les expériences de polissage ont été réalisées avec une force d'appui de 8,3 kPa (1,2 psi), un débit de suspension de 200 ml/min (suspension ACuPlaneTM 5105 disponible auprès de Rohm and Haas Electronic Materials CMP
30 Inc.), une vitesse de rotation de table de 93 t/m et une vitesse de rotation de support de 87 t/m. Un conditionneur à tampon diamanté Saesol 8031C (disponible dans le commerce auprès de Saesol Diamond Ind. Co., Ltd.) a été utilisé pour conditionner les tampons de polissage. Les tampons de
35 polissage ont chacun été rodés avec le conditionneur en utilisant une force d'appui de 31,1 N pendant 10 minutes. Les tampons de polissage ont été encore conditionnés à 50 % in

5 *situ* pendant le polissage à raison de 10 balayages/min de 1,7
 à 9,2 depuis le centre du tampon de polissage avec une force
 d'appui de 31,1 N. Les taux de retrait ont été déterminés par
 la mesure de l'épaisseur du film avant et après le polissage
 10 en utilisant un outil de métrologie KLA-Tencor FX200
 appliquant un balayage en spirale de 49 points avec une
 exclusion de bord de 3 mm. Chacune des expériences de vitesse
 de retrait a été réalisée trois fois. La vitesse moyenne de
 retrait pour les expériences sur la vitesse de retrait en
 triple pour chacun des tampons de polissage est présentée dans
 le TABLEAU 3.

TABLEAU 3

Ex #	Tampon de polissage mécano-chimique	Taux de retrait TEOS (Å/min)
PC1	IC1000 TM pad	321
PC2	VP5000 TM pad	199
P1	Ex. 1 (1521A)	426
P2	Ex. 2 (1521B)	355
P3	Ex. 3 (1521C)	304

REVENDEICATIONS

1. Procédé de formation d'une couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique, comprenant :

la fourniture d'un premier composant de couche de polissage de la couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique ;

où le premier composant de couche de polissage a un côté de polissage, une surface de base, une pluralité de cavités périodiques et une épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} , mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage depuis la surface de base jusqu'au côté de polissage ;

où le premier composant de couche de polissage comprend une première phase polymérique non fugitive continue ;

où la pluralité des cavités périodiques a une profondeur de cavité moyenne, D_{avg} , mesurée perpendiculairement par rapport au côté de polissage depuis le côté de polissage en direction de la surface de base, où la profondeur moyenne de cavité, D_{avg} , est inférieure à l'épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} ;

où la première phase polymérique non fugitive continue est un produit réactionnel d'un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue ayant 8 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi et d'un agent de durcissement de première phase continue ;

la fourniture d'un composant liquide de côté poly (P), comprenant au moins l'un parmi un polyol de côté (P), une polyamine de côté (P) et un alcool amine de côté (P) ;

la fourniture d'un composant liquide de côté iso (I), comprenant au moins un isocyanate polyfonctionnel ;

la fourniture d'un gaz pressurisé ;

la fourniture d'un dispositif de mélange axial ayant une chambre cylindrique interne ;

où la chambre cylindrique interne a une extrémité fermée, une extrémité ouverte, un axe de symétrie, au moins un orifice

d'alimentation en liquide de côté (P) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne, au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne, et au moins un orifice
5 d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne ;

où l'extrémité fermée et l'extrémité ouverte sont perpendiculaires à l'axe de symétrie ;

où le au moins un orifice d'alimentation en liquide de
10 côté (P) et le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) sont disposés suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne à proximité de l'extrémité fermée ;

où le au moins un orifice d'alimentation en gaz
15 pressurisé tangentiel est disposé suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne en aval du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) et du au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) depuis l'extrémité fermée ;

20 où le composant liquide de côté poly (P) est introduit dans la chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) à une pression de charge de côté (P) de 6 895 à 27 600 kPa ;

où le composant liquide de côté iso (I) est introduit
25 dans la chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) à une pression de charge de côté (I) de 6 895 à 27 600 kPa ;

où un débit de masse combiné du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) dans la
30 chambre cylindrique interne est de 1 à 500 g/s ;

où le composant liquide de côté poly (P), le composant liquide de côté iso (I) et le gaz pressurisé sont mélangés dans la chambre cylindrique interne pour former une combinaison ;

35 où le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne par le au moins un orifice d'alimentation

en gaz pressurisé tangentiel avec une pression d'alimentation de 150 à 1 500 kPa ;

où une vitesse d'entrée dans la chambre cylindrique interne de gaz pressurisé est de 50 à 600 m/s calculée sur la base de conditions de gaz parfait à 20 °C et à une pression de 1 atm ;

l'évacuation de la combinaison de l'extrémité ouverte de la chambre cylindrique interne en direction du côté de polissage du premier composant de couche de polissage à une vitesse de 5 à 1 000 m/s, le remplissage de la pluralité de cavités périodiques avec la combinaison,

la solidification de la combinaison en tant que deuxième composant de couche de polissage dans la pluralité de cavités périodiques pour former une structure composite ; où le deuxième composant de couche de polissage est une deuxième phase polymérique non fugitive ; et,

l'obtention d'une couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique à partir de la structure composite, où la couche de polissage composite de tampon de polissage mécano-chimique a une surface de polissage sur le côté de polissage du premier composant de couche de polissage et où la surface de polissage est adaptée pour le polissage d'un substrat.

2. Procédé selon la revendication 1, comprenant en outre :

l'usinage de la structure composite pour obtenir la couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique ;

où la couche de polissage composite d'un tampon de polissage mécano-chimique ainsi obtenue a une épaisseur moyenne de couche de polissage composite, T_{p-avg} , mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage depuis la surface de base jusqu'à la surface de polissage ;

où l'épaisseur moyenne du premier composant, T_{1-avg} , égale l'épaisseur moyenne de la couche de polissage composite, T_{p-avg} ;

où la deuxième phase polymérique non fugitive occupant la pluralité des cavités périodiques a une hauteur moyenne, H_{avg} , mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage depuis la surface de base en direction de la surface de polissage ; et,

où une valeur absolue d'une différence, ΔS , entre l'épaisseur moyenne de couche de polissage composite, T_{p-avg} , et la hauteur moyenne, H_{avg} , est $\leq 0,5 \mu m$.

3. Procédé selon la revendication 2, comprenant en outre :

la formation d'au moins une rainure dans la surface de polissage.

4. Procédé selon la revendication 1, où la fourniture du premier composant de couche de polissage comprend en outre :

la fourniture d'un moule ayant un fond et une paroi périphérique, où le fond et la paroi périphérique définissant une cavité de moule ;

la fourniture d'un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue ayant 8 à 12 % en poids de groupes NCO n'ayant pas réagi, de l'agent de durcissement de première phase continue et éventuellement, d'une pluralité de matériaux polymériques à noyau creux ;

le mélange du prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate de première phase continue et de l'agent de durcissement de première phase continue pour former un mélange ;

le versement du mélange dans la cavité de moule ;

la solidification du mélange en un gâteau de la première phase polymérique non fugitive continue ;

l'obtention d'une feuille à partir du gâteau ;

la formation de la pluralité of cavités périodiques dans la feuille pour donner le premier composant de couche de polissage.

5. Procédé selon la revendication 4, où la pluralité de matériaux polymériques à noyau creux est incorporée dans la première phase polymérique non fugitive continue à 1 à 58 % en vol.

5

6. Procédé selon la revendication 1, où le composant liquide de côtéé poly (P) comprend 25 à 95 % en poids d'un polyol de côtéé (P) ; où le polyol de côtéé (P) est un polyéther polyol de haut poids moléculaire ; où le polyéther polyol de haut poids moléculaire a un poids moléculaire moyen en nombre, M_N , de 2 500 à 100 000 et une moyenne de 4 à 8 groupes hydroxyle par molécule.

10

7. Procédé selon la revendication 1, où le composant liquide de côtéé iso (I) comprend un isocyanate polyfonctionnel ayant une moyenne de deux groupes isocyanate réactifs par molécule.

15

8. Procédé selon la revendication 1, où le gaz pressurisé est choisi dans le groupe constitué de CO_2 , N_2 , air et argon.

20

9. Procédé selon la revendication 1, où la chambre cylindrique interne a une section transversale circulaire dans un plan perpendiculaire à l'axe de symétrie de la chambre cylindrique interne ; où l'extrémité ouverte de la chambre cylindrique interne a une ouverture circulaire perpendiculaire à l'axe de symétrie de la chambre cylindrique interne ; où l'ouverture circulaire est concentrique avec la section transversale circulaire ; et où l'ouverture circulaire a un diamètre interne de 2,5 à 6 mm.

25

30

10. Procédé selon la revendication 1, où la surface de polissage est adaptée pour polir une galette de semi-conducteur.

35

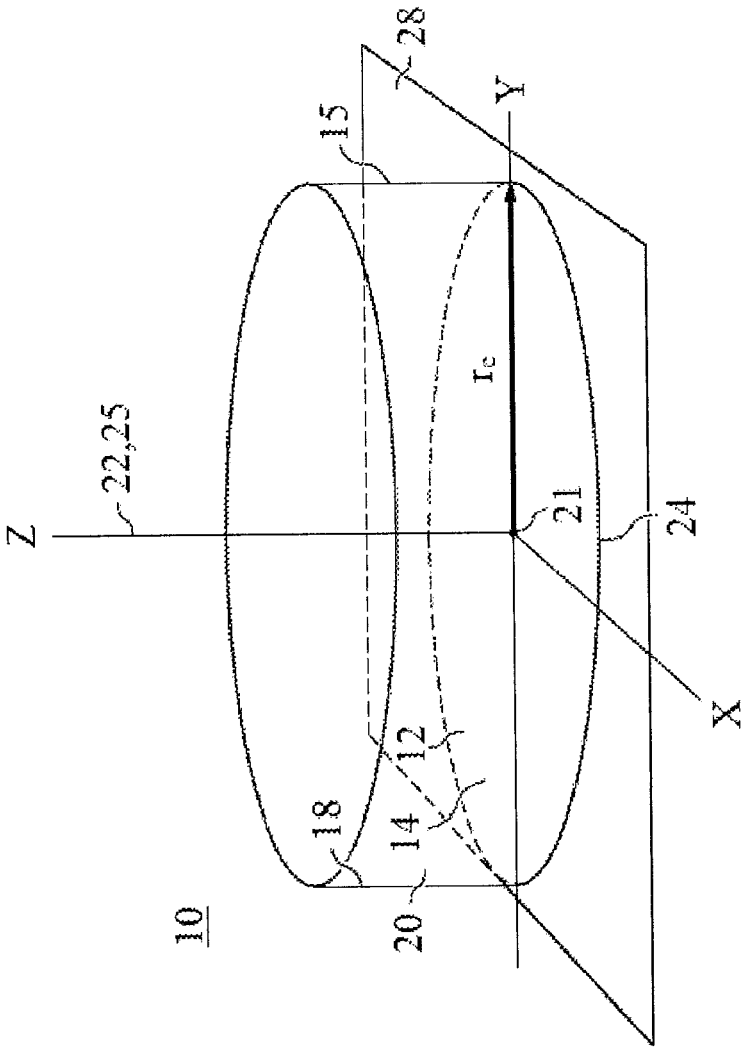


Figure 1

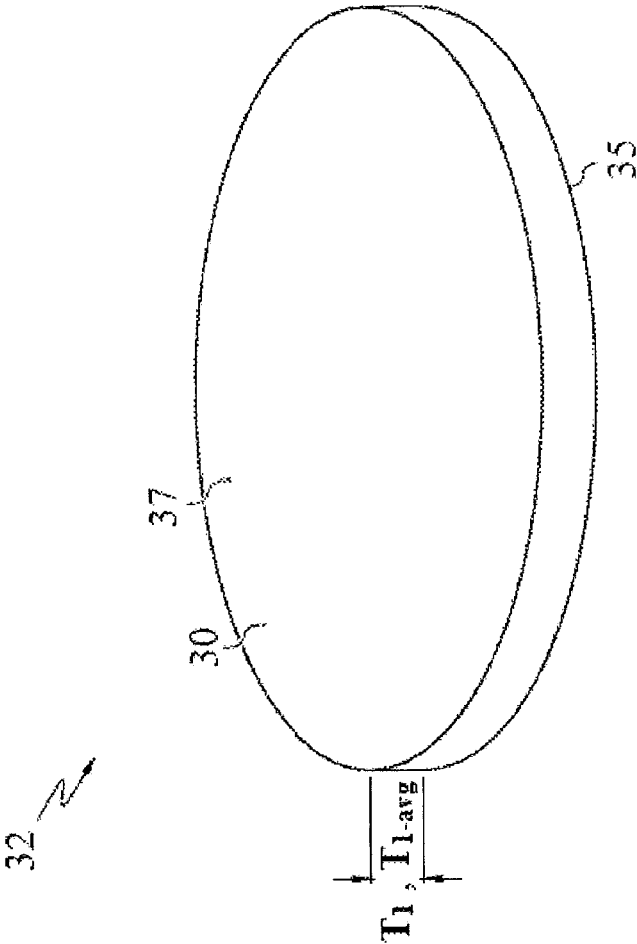


Figure 2

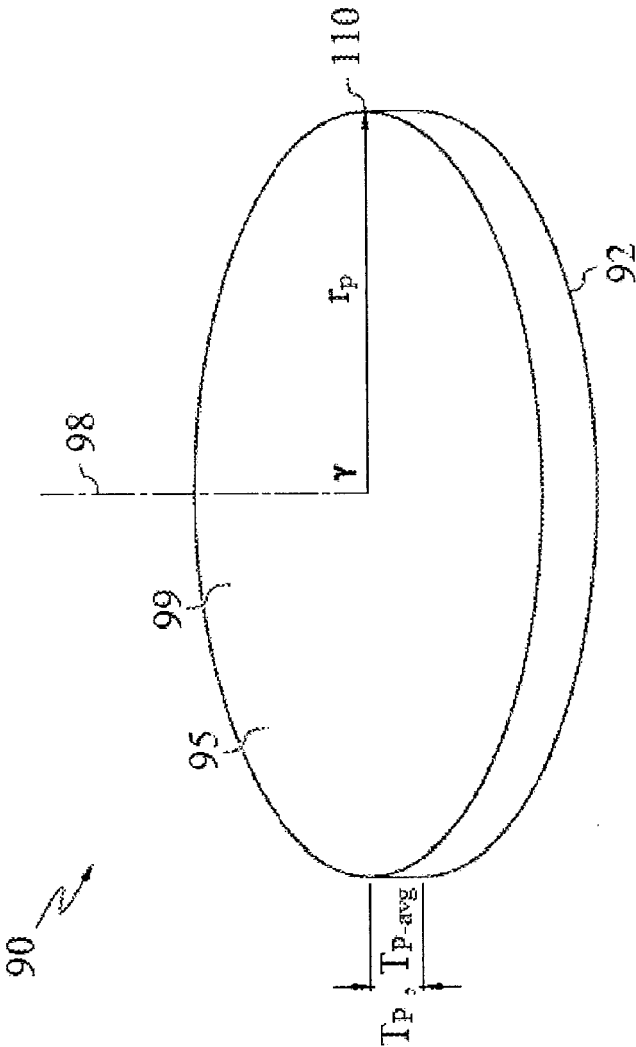


Figure 3

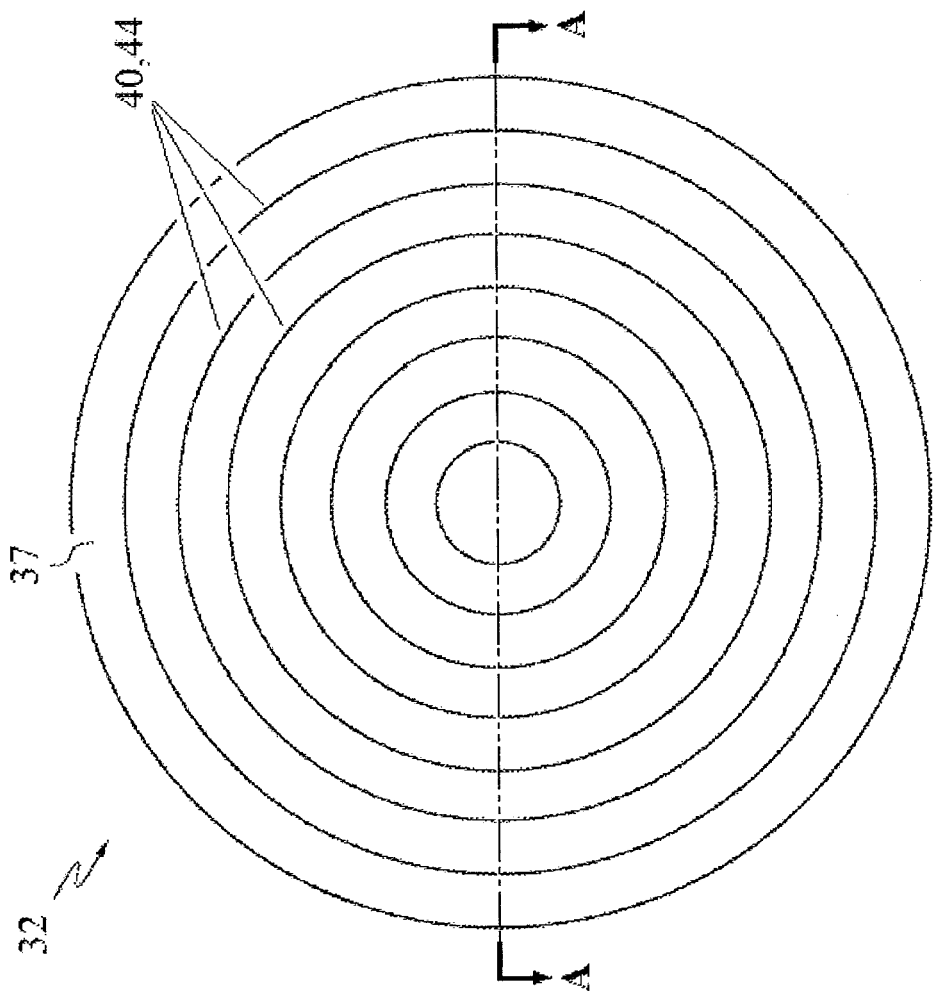


Figure 4

32

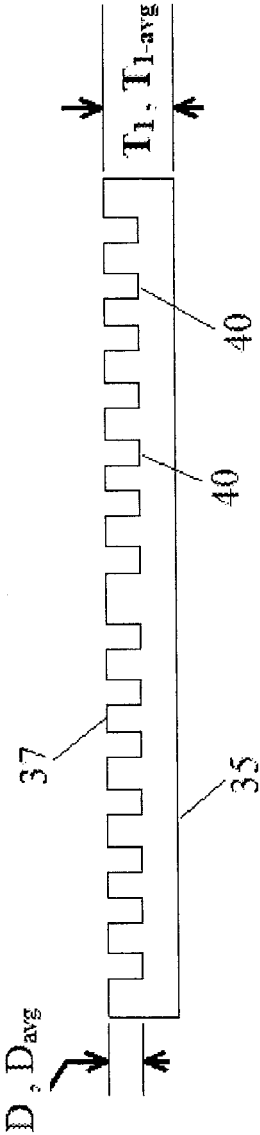


Figure 5

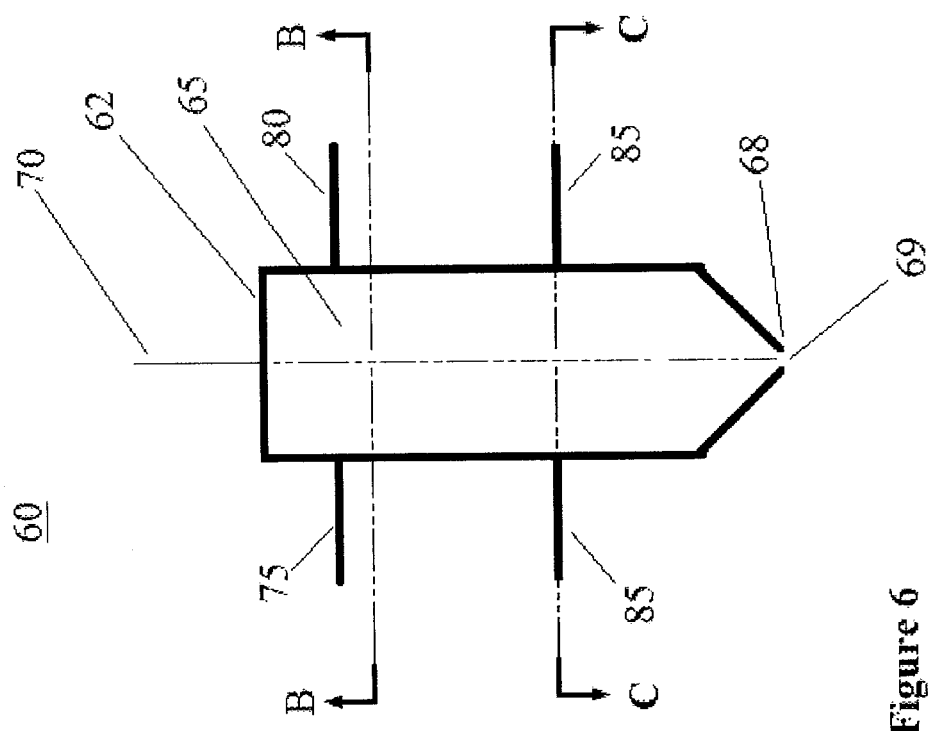
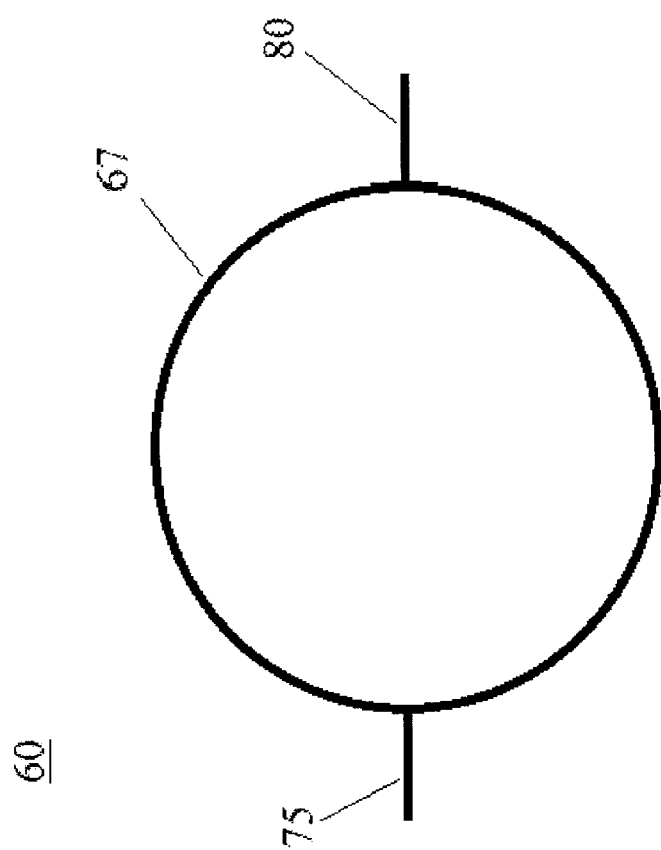


Figure 6

**Figure 7**

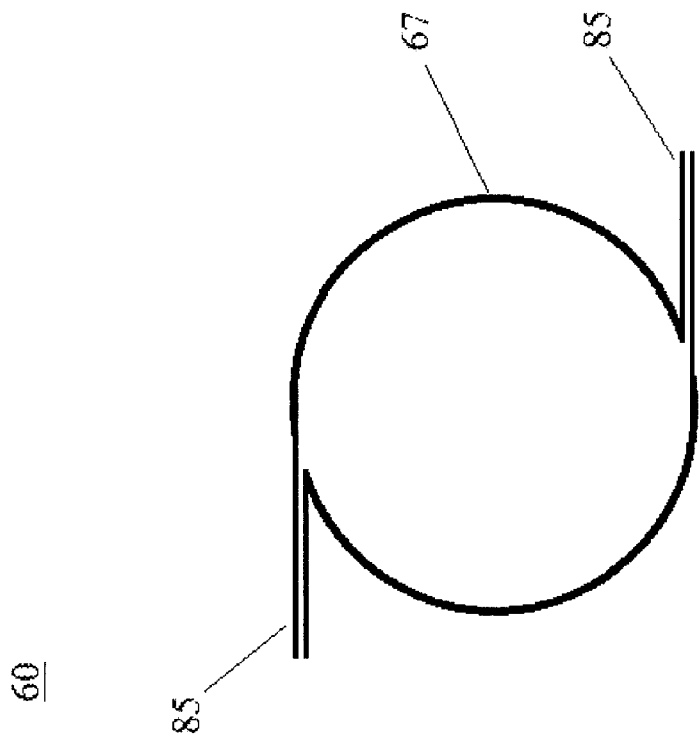


Figure 8

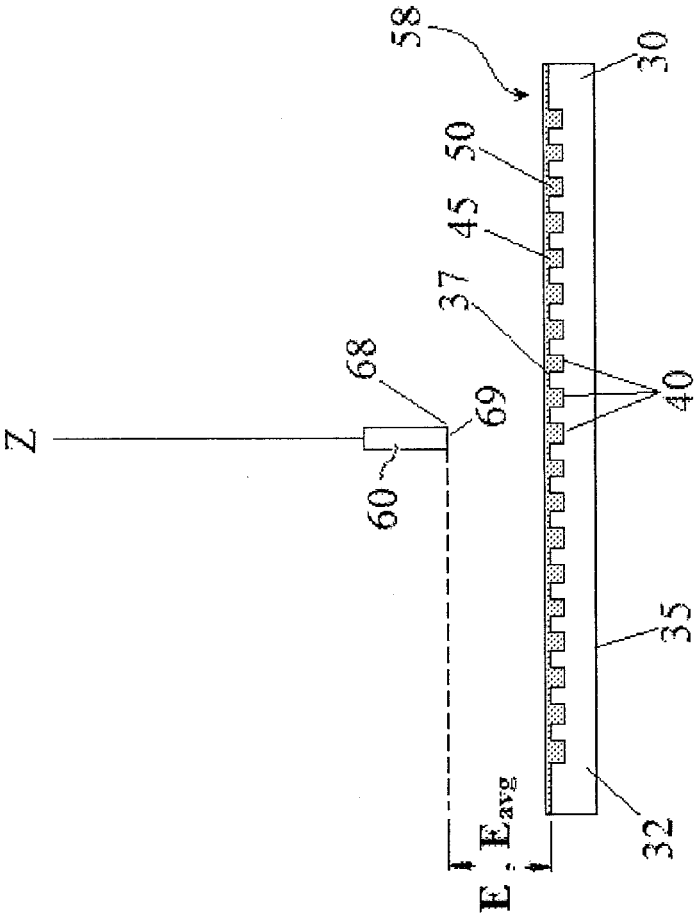


Figure 9

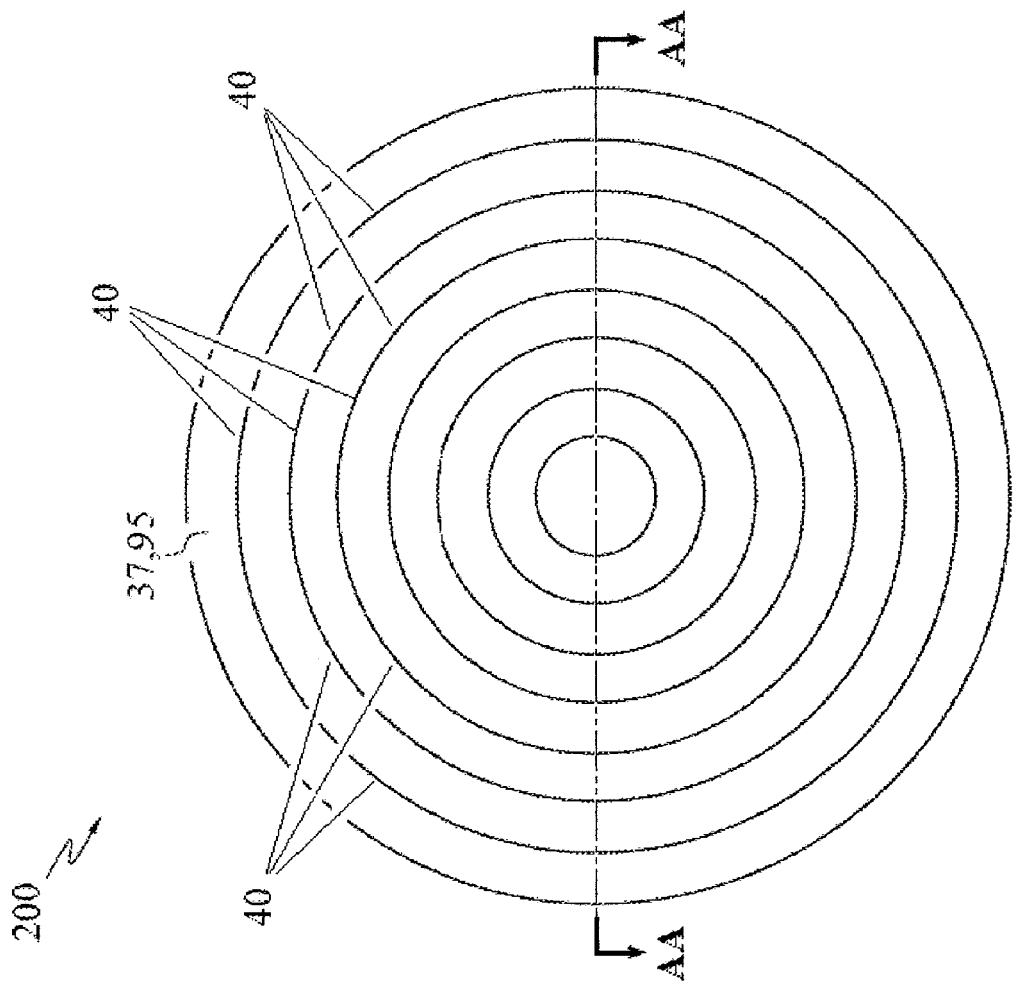


Figure 10

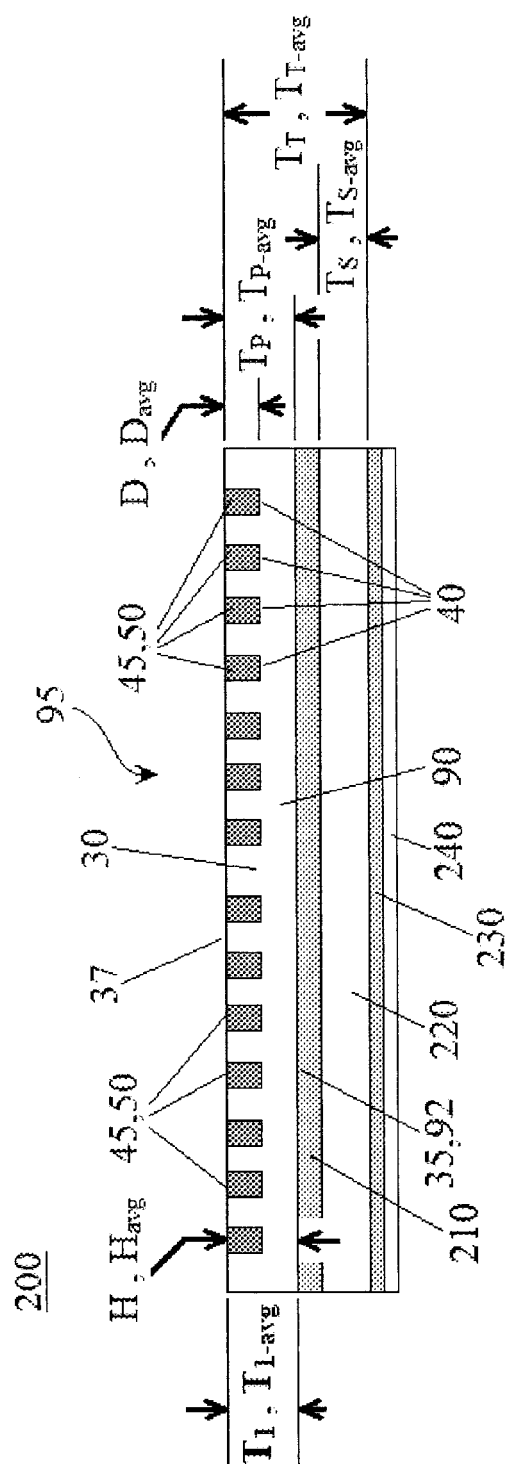


Figure 11

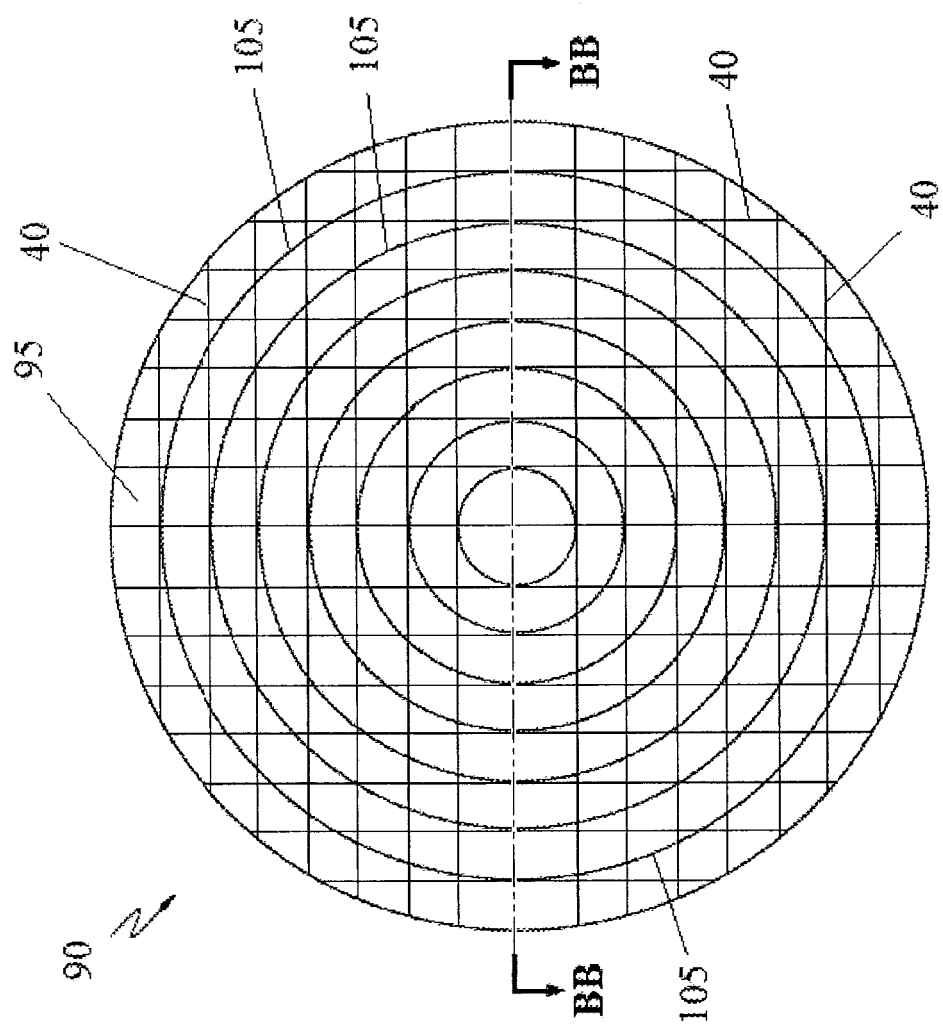
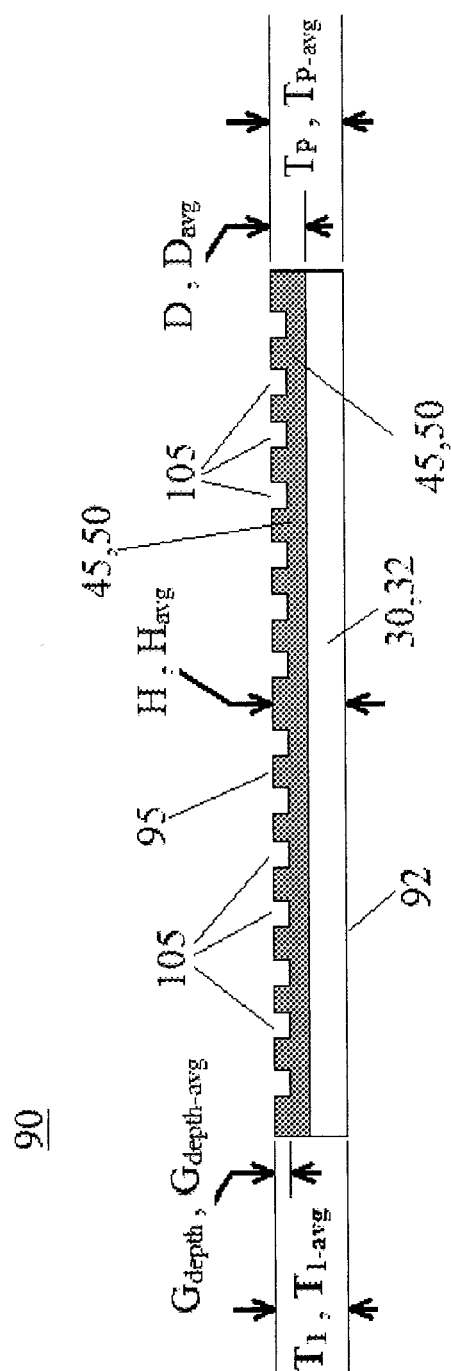


Figure 12



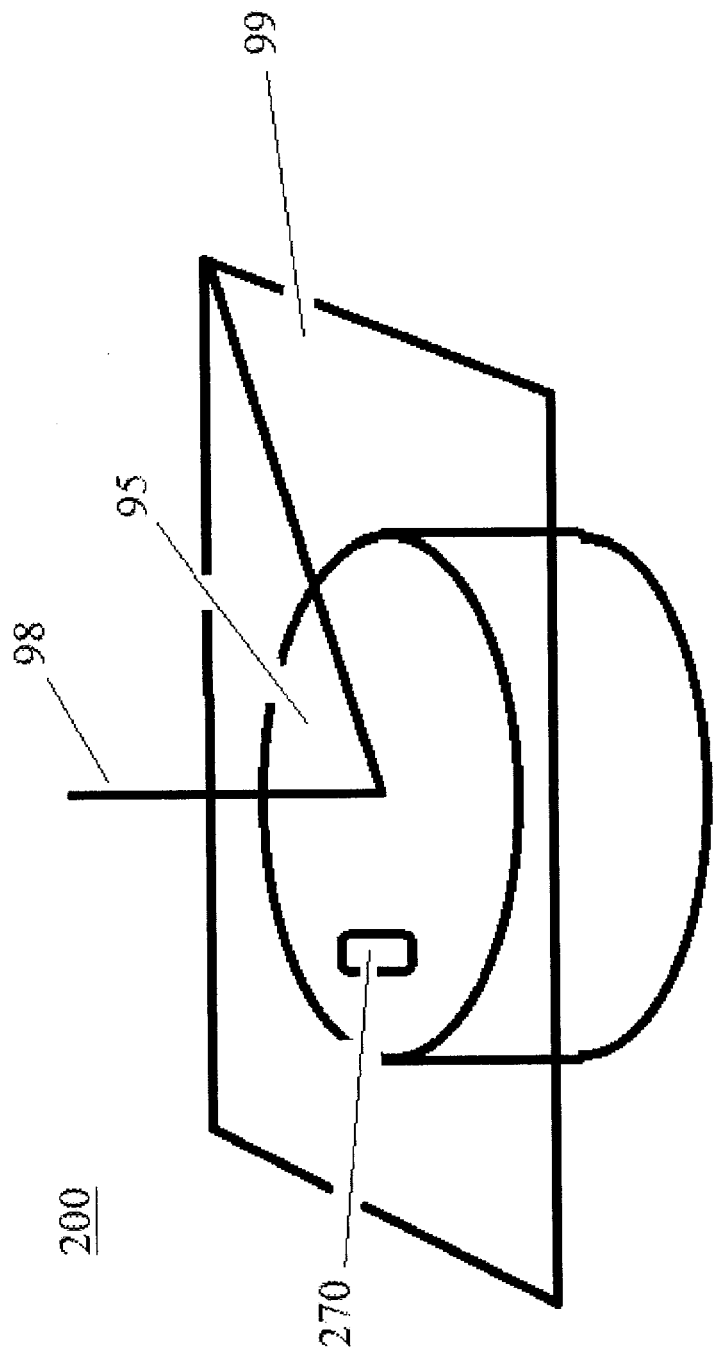


Figure 14