

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

(11) Nº de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 037 834**

(21) Nº d'enregistrement national :

**16 55965**

(51) Int Cl<sup>8</sup> : **B 24 B 29/00** (2016.01), B 24 D 3/00

(12)

## BREVET D'INVENTION

**B1**

(54) TAMPON DE POLISSAGE MECANO-CHIMIQUE ET PROCEDE POUR LE PRODUIRE.

(22) Date de dépôt : 27.06.16.

(30) Priorité : 26.06.15 US 14751340;  
24.05.16 US 15163152.

(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.

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

(45) Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 08.01.21 Bulletin 21/01.

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

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

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

(74) Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

FR 3 037 834 - B1



TAMPON DE POLISSAGE MECANO-CHIMIQUE ET PROCEDE POUR LE  
PRODUIRE

La présente invention concerne un tampon de polissage mécano-chimique ayant une couche de polissage. Plus particulièrement, la présente invention concerne un tampon de polissage mécano-chimique ayant une couche de polissage mécano-chimique ayant une surface de polissage ; où la couche de polissage mécano-chimique est formée en combinant (a) un composant liquide de côté poly (P) comprenant : un adduit d'amine-dioxyde de carbone ; et au moins l'un parmi un polyol, une polyamine et un aminoalcool ; et (b) un composant liquide de côté iso (I), comprenant ; un isocyanate polyfonctionnel, où la couche de polissage mécano-chimique a une porosité  $\geq$  10 % en vol., où la couche de polissage mécano-chimique a une dureté Shore D de < 40 ; et où la surface de polissage est adaptée pour polir un substrat ; et des procédés pour leur production et leur utilisation.

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 (en anglais « wafer ») de semi-conducteur. De fines couches de matériaux 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 de galettes comprennent le dépôt physique en phase vapeur (PVD), connu également sous le nom de pulvérisation, 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.

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 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.

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 le milieu de polissage sur la surface.

Hirose et al. décrivent un procédé de production de couches de polissage dans le brevet U.S. n° 8 314 029. Spécifiquement, Hirose et al. décrivent un procédé de production d'un tampon de polissage contenant des alvéoles sensiblement sphériques et ayant une grande précision d'épaisseur, qui comprend la préparation d'une composition d'uréthane à alvéoles dispersés par un procédé de moussage mécanique ; l'évacuation continue de la composition d'uréthane à alvéoles dispersés depuis d'un orifice d'évacuation unique

dans une partie sensiblement centrale dans la direction de la largeur d'un matériau de face A, tout en chargeant le matériau de face A ; la stratification d'un matériau de face B sur une composition d'uréthane dispersée à alvéoles dispersés ; puis  
5 l'ajustement uniforme de l'épaisseur de la composition d'uréthane à alvéoles dispersés par des moyens d'ajustement de l'épaisseur ; le durcissement de la composition d'uréthane à alvéoles dispersés, ayant l'épaisseur ajustée à l'étape précédente sans appliquer de charge supplémentaire à la  
10 composition de sorte qu'une feuille de polissage comprenant une mousse de polyuréthane soit formée ; et la découpe de la feuille de polissage.

Néanmoins, il existe un besoin constant d'améliorer les tampons de polissage mécano-chimique contenant des couches de polissage mécano-chimiques ayant des performances de polissage améliorées.

La présente invention fournit un tampon de polissage mécano-chimique, comprenant : une couche de polissage mécano-chimique ayant une surface de polissage, une surface inférieure et une épaisseur moyenne de couche de polissage,  $T_{p\_avg}$ , mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage depuis la surface inférieure jusqu'à la surface de polissage ; où la couche de polissage mécano-chimique est formée en combinant un composant liquide de côté de côté poly (P) et un composant liquide de côté iso (I) ; où le composant liquide de côté poly (P) comprend un additif d'amine-dioxyde de carbone ; et au moins l'un parmi un polyol de côté (P), une polyamine de côté (P) et un aminoalcool de côté (P) ; où le composant liquide de côté iso (I), comprend au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ; où la couche de polissage mécano-chimique a une porosité de  $\geq 10\%$  en vol. ; où la couche de polissage mécano-chimique a une dureté Shore D de  $< 40$  ; et où la surface de polissage est adaptée pour polir un substrat.

35 Selon un aspect particulier de la présente invention, le composant liquide de côté poly (P) comprend 1 à 5 % en poids de l'additif amine-dioxyde de carbone ; et 25 à 95 % en

poids du polyol de côté (P) ; où le polyol de côté (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 5 8 groupes hydroxyle par molécule.

Selon un autre aspect particulier de la présente invention, le composant liquide de côté poly (P) comprend en outre : 10 à 30 % en poids d'un polyol de bas poids moléculaire ; le polyol de bas poids moléculaire ayant un 10 poids moléculaire moyen en nombre,  $M_N$ , de  $\leq 200$ .

Selon un autre aspect particulier de la présente invention, l'isocyanate polyfonctionnel de côté (I) a une moyenne de deux groupes isocyanate réactifs par molécule.

Selon un autre aspect particulier de la présente 15 invention, le composant liquide de côté poly (P) comprend en outre au moins l'un parmi un catalyseur et un tensioactif.

La présente invention concerne également un procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique, comprenant :

20 la fourniture d'un composant liquide de côté poly (P) comprenant un adduit amine-dioxyde de carbone ; et au moins l'un parmi un polyol de côté (P), une polyamine de côté (P) et un aminoalcool de côté (P) ;

la fourniture d'un composant liquide de côté iso (I) 25 comprend au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ;

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, 30 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 35 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 ;

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

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

15 où le composant liquide de côté poly (P) est introduit dans la chambre cylindrique interne par l'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 ;

20 où le composant liquide de côté iso (I) est introduit dans la chambre cylindrique interne par l'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 massique 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 ;

25 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 ;

30 où le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne par l'au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel avec une pression d'alimentation de 150 à 1 500 kPa ;

35 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 d'une cible à une vitesse de 5 à 1000 m/s ;

la solidification de la combinaison en un gâteau ;

5 l'obtention de la couche de polissage mécano-chimique à partir du gâteau, où la couche de polissage mécano-chimique a une porosité  $\geq 10\%$  en vol. et une surface de polissage adaptée pour polir un substrat.

10 Selon un aspect particulier, le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention comprend en outre :

la fourniture d'une substance de côté poly (P) comprenant au moins l'un parmi le polyol de côté (P), la polyamine de côté (P) et l'aminoalcool de côté (P) ;

15 la fourniture d'une substance de côté iso (I) comprenant au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ;

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

où la substance de côté iso (I) est introduite dans la chambre cylindrique interne par l'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 ;

25 où un débit massique combiné de la substance de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) dans la chambre cylindrique interne est de 6 à 500 g/s ;

où la substance de côté poly (P), la substance de côté iso (I) et le gaz pressurisé sont mélangés dans la chambre 30 cylindrique interne pour former un mélange ;

où le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne par l'au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel avec une pression d'alimentation de 150 à 1 500 kPa ;

35 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 du mélange depuis l'extrémité ouverte de la chambre cylindrique interne en direction d'une surface 5 inférieure de la couche de polissage mécano-chimique à une vitesse de 5 à 1000 m/s ;

la solidification du mélange sur la surface inférieure de la couche de polissage mécano-chimique pour former un sous-tampon ; où le sous-tampon fait partie intégrante de la couche 10 de polissage mécano-chimique ; le sous-tampon ayant une porosité de sous-tampon qui est différente de celle de la couche de polissage mécano-chimique.

La présente invention concerne également un procédé de polissage d'un substrat comprenant ;

15 la fourniture du substrat ; le substrat étant choisi parmi l'au moins un d'un substrat magnétique, d'un substrat optique et d'un substrat semi-conducteur ;

la fourniture d'un tampon de polissage mécano-chimique comprenant une couche de polissage mécano-chimique selon la 20 présente invention ;

la création d'un contact dynamique entre la surface de polissage de la couche de polissage mécano-chimique et du substrat pour polir une surface du substrat ; et

le conditionnement de la surface de polissage avec un 25 conditionneur abrasif.

Selon un aspect particulier, le substrat semi-conducteur a un élément de TEOS ; et au moins une partie du TEOS est retiré du substrat.

Selon un aspect particulier, le procédé de polissage d'un 30 substrat de la présente invention comprend en outre :

la fourniture d'un milieu de polissage, le milieu de polissage comprenant un abrasif de silice colloïdale ;

la distribution du milieu de polissage sur la surface de polissage du tampon de polissage mécano-chimique à proximité 35 d'une interface entre le tampon de polissage mécano-chimique et le substrat ;

où le milieu de polissage vient en contact avec l'élément TEOS et la surface de polissage.

La présente invention fournit un procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique, comprenant : la fourniture d'un composant liquide de côté poly (P), comprenant un adduit d'amine-dioxyde de carbone ; et au moins l'un parmi un polyol de côté (P), une polyamine de côté (P) et un aminoalcool de côté (P) ; la fourniture d'un composant liquide de côté iso (I), comprenant au moins l'un d'au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ; 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 l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) et l'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 l'au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel est disposé suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne en aval de l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) et de l'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 l'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 dans la chambre cylindrique interne par l'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 massique combiné du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) à 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 l'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 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 depuis la chambre cylindrique interne en direction d'une cible à une vitesse de 5 à 1000 m/s, ou de préférence, de 10 à 600 m/s, ou de manière davantage préférée, de 15 à 450 m/s ; la solidification de la combinaison en un gâteau ; et l'obtention de la couche de polissage mécano-chimique du gâteau, où la couche de polissage mécano-chimique a une porosité de  $\geq 10\%$  en vol. et une surface de polissage adaptée pour polir un substrat.

La présente invention fournit un procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique, comprenant : la fourniture d'un composant liquide de côté poly (P), comprenant un adduit d'amine-dioxyde de carbone ; et au moins l'un parmi un polyol de côté (P), une polyamine de côté (P) et un aminoalcool de côté (P) ; la fourniture d'un composant liquide de côté iso (I), comprenant au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ; 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 l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) et l'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 l'au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel est disposé suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne en aval de l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) et de l'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 l'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 dans la chambre cylindrique interne par l'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 massique combiné du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) à la chambre cylindrique interne est de 1 à 500 g/s, tel que, de préférence, de 2 à 40 m/s, ou de manière davantage préférée, de 2 à 25 m/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 l'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 depuis la chambre cylindrique interne en direction d'une cible à une vitesse de 5 à 1000 m/s, ou de préférence, de 10 à 600 m/s, de manière davantage préférée, de 15 à 450 m/s ; la solidification de la combinaison en un gâteau ; l'obtention de la couche de polissage mécano-chimique du gâteau ; la fourniture d'une substance de côté poly (P), comprenant au moins l'un parmi le polyol de côté (P), la polyamine de côté (P) et l'aminoalcool de côté (P) ; la fourniture d'une substance de côté iso (I), comprenant au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ; où la substance de côté poly (P) est introduite dans la chambre cylindrique interne par l'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 la substance de côté iso (I) est introduite dans la chambre cylindrique interne par l'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 massique collectif de la substance de côté poly (P) et de la substance de côté iso (I) à la chambre cylindrique interne est de 1 à 500 g/s, tel que, de préférence, de 2 à 40 m/s, ou de manière davantage préférée, de 2 à 25 m/s ; où la substance de côté poly (P), la substance de côté iso (I) et le gaz pressurisé sont mélangés dans la chambre cylindrique interne pour former un mélange ; où le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne par l'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 du mélange de l'extrémité ouverte depuis la chambre cylindrique interne en direction d'une surface inférieure de la couche de polissage mécano-chimique à une vitesse de 5 à 1000 m/s, ou de préférence, de 10 à 600 m/s, ou de manière davantage préférée, de 15 à 450 m/s ; la solidification du mélange sur la surface inférieure de la couche de polissage mécano-chimique pour former un sous-

tampon ; où où le sous-tampon fait partie intégrante de la couche de polissage mécano-chimique ; où le sous-tampon a une porosité de sous-tampon qui est différente de celle de la couche de polissage mécano-chimique ; et où la couche de 5 polissage mécano-chimique a une porosité de  $\geq 10\%$  en vol. et une surface de polissage adaptée pour polir un substrat.

#### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La **Figure 1** est une représentation d'une vue en 10 perspective d'un moule pour son utilisation dans le procédé de la présente invention.

La **Figure 2** est une représentation d'une vue en perspective d'une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention.

15 La **Figure 3** est une représentation d'une vue de côté d'un dispositif de mélange axial destiné à être utilisé dans le procédé de la présente invention.

La **Figure 4** est une vue en coupe transversale suivant la ligne B-B de la **Figure 3**.

20 La **Figure 5** est une vue en coupe transversale suivant la ligne C-C de la **Figure 3**.

La **Figure 6** est une représentation d'une vue de côté d'une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention.

25 La **Figure 7** est une représentation d'une vue de côté montrant le dessus d'un dispositif de mélange axial relatif à une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention formée sur un moule ayant un motif de rainure en négatif.

30 La **Figure 8** est une représentation d'une vue de côté d'une section transversale d'un tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention avec un sous-tampon qui fait partie intégrante de la couche de polissage mécano-chimique

35 La **Figure 9** est une représentation d'une vue de côté d'une section transversale d'un tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention, avec un sous-tampon et un adhésive de plateau.

#### **DESCRIPTION DETAILLÉE**

Les tampons de polissage mécano-chimique de la présente invention comprennent une couche de polissage mécano-chimique formée par la combinaison d'un composant liquide de côté poly (P) unique et d'un composant de côté iso (I) liquide ; où le composant liquide de côté poly (P) comprend un adduit d'amine-dioxyde de carbone ; et au moins l'un parmi un polyol de côté (P), une polyamine de côté (P) et un aminoalcool de côté (P) ; où le composant de côté iso (I) liquide comprend au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I). On a découvert étonnamment que l'incorporation d'un adduit amine-dioxyde de carbone dans les formulations de couche de polissage douces de la présente invention assure une amélioration significative des performances de polissage du substrat.

L'expression « **milieu de polissage** » telle qu'elle est utilisée ici et dans les revendications en annexe couvre des solutions de polissage contenant des particules et des solutions ne contenant pas de particules, telles que des solutions de polissage sans abrasif et des solutions de polissage réactives liquides.

Le terme « **section transversale sensiblement circulaire** » tel qu'il est utilisé 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 la limite 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) projeté 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**).

Le terme « **cavité de moule** » tel qu'il est utilisé 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 5 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 en 10 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 85 à 95° par rapport à la 15 deuxième caractéristique.

Le terme « **épaisseur moyenne de la couche de polissage,  $T_{P-avg}$**  » tel qu'il est utilisé ici et dans les revendications en annexe en référence à une couche de polissage mécano-chimique (90) ayant une surface de polissage (95) désigne l'épaisseur 20 moyenne de la couche de polissage  $T_p$ , de la couche de polissage mécano-chimique (90) mesurée perpendiculairement 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 mécano-chimique (90). (voir la **Figure 2**).

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 mécano-chimique (90) signifie que le rayon le plus long,  $r_p$ , de la section transversale depuis l'axe central (98) 25 de la couche de polissage mécano-chimique (90) jusqu'au périmètre extérieur (110) de la surface de polissage (95) de la couche 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 30 extérieur (110) de la surface de polissage (95). (voir la **Figure 2**).

La couche de polissage mécano-chimique (90) de la présente invention est de préférence adaptée pour tourner autour d'un axe central (98). (Voir la **Figure 2**). De préférence, la surface de polissage (95) de la couche de polissage mécano-chimique (90) est dans un plan (99) perpendiculaire à l'axe central (98). De préférence, la couche de polissage mécano-chimique (90) est adaptée pour tourner dans un plan (99) qui est à un angle,  $\gamma$ , 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 mécano-chimique (90) a une surface de polissage (95) qui a une section transversale sensiblement circulaire par rapport 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 ≤ 20 % pour la section transversale, de manière davantage préférée, de ≤ 10 % pour la section transversale.

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 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.

De préférence, le procédé de formation d'un tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention comprend : une couche de polissage mécano-chimique (90) ayant une surface

de polissage (95), une surface inférieure (92) et 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 la couche de polissage mécano-chimique (90) est formée en combinant un composant liquide de côté poly (P) et un composant de côté iso (I) liquide, où le composant liquide de côté poly (P) comprend un adduit d'amine-dioxyde de carbone ; et au moins l'un parmi un polyol de côté (P), une polyamine de côté (P) et un aminoalcool de côté (P) ; où le composant liquide de côté iso (I), comprend au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ; où la couche de polissage mécano-chimique (90) a une porosité de  $\geq 10\%$  en vol. ; où la couche de polissage (90) a une dureté Shore D de < 40 (de préférence,  $\leq 35$  ; de manière davantage préférée,  $\leq 30$  ; de manière préférée entre toutes,  $\leq 25$ ) ; et où la surface de polissage (95) est adaptée pour polir un substrat. (Voir la **Figure 2**).

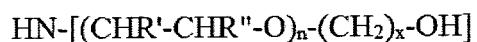
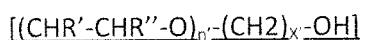
De préférence, le composant liquide de côté poly (P) comprend un adduit amine-dioxyde de carbone ; et au moins l'un parmi un polyol de côté (P), une polyamine de côté (P) et un aminoalcool de côté (P). De préférence, le composant poly de côté (P) contient 0,5 à 7 % en poids (de préférence, 1 à 5 % en poids, de manière davantage préférée, 2 à 4 % en poids) d'adduit amine-dioxyde de carbone.

De préférence, l'adduit amine-dioxyde de carbone est obtenu en mettant en contact du dioxyde de carbone avec une alcanolamine, l'alcanolamine contenant une à deux fractions d'éther par molécule. De manière davantage préférée, l'adduit amine-dioxyde de carbone est obtenu en mettant en contact du dioxyde avec de l'alcanolamine, l'alcanolamine ayant une formule correspondant à l'une des suivantes :



35

ou

Où chaque R' est choisi indépendamment parmi un atome d'hydrogène, un groupe méthyle et un groupe éthyle ; où chaque R'' est choisi indépendamment parmi un atome d'hydrogène, un groupe méthyle et un groupe éthyle ; où n est choisi parmi 1 et 2 ; où n' est choisi parmi 1 et 2 ; où  $n+n' < 3$  ; et où x est choisi parmi 1, 2, 3 et 4 ; où x' est choisi parmi 1, 2, 3 et 4. De préférence, l'adduit amine-dioxyde de carbone est obtenu en mettant en contact du dioxyde de carbone avec une alanolamine, l'alanolamine étant une amine primaire.

De préférence, le polyol de côté (P) est choisi dans le groupe constitué de diols, de polyols, de polyol diols, de leurs copolymères et de leurs mélanges. De manière davantage préférée, le polyol de côté (P) est choisi dans le groupe constitué des polyols de polyéther (par ex., poly(oxytétraméthylène)glycol, poly(oxypropylène)glycol et leurs mélanges) ; des polyols de polycarbonate ; des polyols de polyester ; des polyols de polycaprolactone ; leurs mélanges et leurs mélanges 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-pantanediol ; de 3-méthyl-1,5-pantanediol ; de 1,6-hexanediol ; de diéthylène glycol ; de dipropylène glycol ; et de tripropylène glycol. De manière encore davantage préférée, l'au moins un polyol de côté (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 (PPG) ; de polyols de polycaprolactone ; de leurs copolymères et de leurs mélanges.

De préférence, le composant liquide de côté poly (P) contient au moins un polyol de côté (P) ; où l'au moins un polyol de côté (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 à un poids moléculaire moyen en nombre,  $M_N$ , de 5 000 à 50 000 (de manière encore davantage préférée, de 7 500 à 25 000 ; de manière préférée entre toutes, de 10 000 à 12 000).

5 De préférence, le composant liquide de côté poly (P) contient au moins un polyol de côté (P) ; où l'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.

10

15 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 20 polyols de haut poids moléculaire préférés sont présentés dans le TABLEAU 1.

TABLEAU 1

Polyol de haut poids moléculaire	Nombre de groupes OH par 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, le composant liquide de côté poly (P) contient : 0,5 à 7 % en poids (de manière davantage préférée, 1 à 5 % en poids, de manière préférée entre toutes, 2 à 4 % en poids) de l'adduit d'amine-dioxyde de carbone ; et 25 à 95 % en poids du polyol de côté (P) ; où le polyol de côté (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 (de manière davantage préférée, de 5 000 à 50 000 ; de manière encore davantage préférée, de 7 500 à 25 000 ; de manière préférée entre toutes, de 10 000 à 12 000) et une moyenne de 4 à 8 (de manière davantage préférée, 5 à 7 ; de manière préférée entre toutes, 6) groupes hydroxyle par molécule. De préférence, le polyol de côté poly (P) est un mélange de polyol de polyéther de haut poids moléculaire et de polyol de bas 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 (de manière davantage préférée, de 5 000 à 50 000 ; de manière encore davantage préférée, de 7 500 à 25 000 ; de manière préférée entre toutes, de 10 000 à 12 000) et une moyenne de 4 à 8 (de manière davantage préférée, 5 à 7 ; de manière préférée entre toutes, 6) groupes hydroxyle par molécule ; et où le polyol de bas poids moléculaire a un poids moléculaire moyen en nombre  $M_N$ , de ≤ 200 (de manière davantage préférée, ≤ 150 ; de manière préférée entre toutes, ≤ 100). De manière davantage préférée, le polyol poly de côté (P) est un mélange de 70 à 90 % en poids d'un polyéther polyol de haut poids moléculaire et 10 à 30 % en poids d'un polyol de bas 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 (de manière davantage préférée, de 5 000 à 50 000 ; de manière encore davantage préférée, de 7 500 à 25 000 ; de manière préférée entre toutes, de 10 000 à 12 000) et une moyenne de 4 à 8 (de manière préférée entre toutes, 5 à 7 ; de manière davantage préférée, 6) groupes hydroxyle par

molécule ; et où le polyol de bas poids moléculaire a un poids moléculaire moyen en nombre  $M_N$ , de  $\leq 200$  (de manière davantage préférée,  $\leq 150$  ; de manière préférée entre toutes,  $\leq 100$ ) .

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 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 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 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'aminoalcool de côté (P) est choisie dans le groupe constitué de polyols à initiateur amine. De manière davantage préférée, l'aminoalcool de côté (P) est choisie 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 d'azote par molécule. De préférence, l'aminoalcool de côté (P) est choisie 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'aminoalcool de côté (P) est choisie dans le groupe constitué 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  $\leq 700$

(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 à l'initiateur 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 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 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 Inc.). Plusieurs polyols à initiateur amine préférés sont présentés dans le TABLEAU 2.

20

TABLEAU 2

Polyol à l'initiateur amine	Nombre de groupes OH par molecule	M <sub>N</sub>	Indice d'hydroxyle (mg KOH/g)
Triéthanolamine	3	149	1130
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, le composant liquide de côté iso (I) comprend au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I). De préférence, l'au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) contient deux groupes isocyanate réactifs (à savoir, NCO) par molecule.

De préférence, l'au moins un isocyanate polyfonctionnel (I) 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 (I) 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 xylylène diisocyanate ; de l'isophorone diisocyanate ; de l'hexaméthylène diisocyanate ; du 4,4'-dicyclohexylméthane diisocyanate ; du cyclohexanediisocyanate ; et leurs mélanges. De manière encore davantage préférée, l'au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) est un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate formé par la réaction d'un diisocyanate avec un polyol prépolymère.

De préférence, l'au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) 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 polyol prépolymère est 5 choisi dans le groupe constitué de polyols de polyéther (par ex., poly(oxytétraméthylène)glycol, poly(oxypropylène)glycol et leurs mélanges); de polyols de polycarbonate; de polyols de polyester; de polyols de polycaprolactone; de leurs mélanges et des mélanges de ceux-ci avec un ou plusieurs 10 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 15 glycol; de 1,5-pantanediol; de 3-méthyl-1,5-pantanediol; 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, 20 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.

25 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 30 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 35 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).

5 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).  
10 Les exemples de prépolymères uréthane à terminaison isocyanate du 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 15 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 20 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.

De préférence, le composant liquide de côté iso (I) comprend au moins isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ; où 25 le au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) est un prépolymère d'uréthane à terminaison isocyanate non à base de TDI. 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 30 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 35 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 comprennent les prépolymères Imuthane® (disponibles auprès de COIM USA, Inc. 5 tels que 27-85A, 27-90A, 27-95A) ; les prépolymères Andur® (disponibles auprès d'Anderson Development Company, tels que IE75AP, IE80AP, IE 85AP, IE90AP, IE95AP, IE98AP) ; les prépolymères Vibrathane® (disponibles auprès de Chemtura, tels que B625, B635, B821) ; les prépolymères modifiés Isonate® 10 (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).

15 De préférence, 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 l'un du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) peut contenir des 20 matériaux liquides choisis dans le groupe constitué de catalyseurs (par ex., catalyseurs amines tertiaires tels que Dabco® 33LV disponibles auprès d'Air Products, Inc. ; et le catalyseur étain tel que Fomrez® tin catalyst de Momentive) ; et de tensioactifs (par ex., Tegostab® silicon surfactant 25 d'Evonik). De préférence, le composant liquide de côté poly (P) contient un matériau liquide supplémentaire. De manière davantage préférée, le composant liquide de côté poly (P) contient un matériau liquide supplémentaire ; où le matériau liquide supplémentaire est au moins l'un parmi un catalyseur 30 et un tensioactif. De manière préférée entre toutes, le composant liquide de côté poly (P) contient un catalyseur et un tensioactif.

De préférence, le composant liquide de côté poly (P) et le composant liquide de côté iso (I) sont fournis en un 35 rapport stœchiométrique des groupes hydrogène réactifs (c'est-à-dire le total des groupes amine ( $\text{NH}_2$ ) et des groupes hydroxyle ( $\text{OH}$ )) dans les composants du composant liquide de

côté poly (P) aux groupes isocyanate n'ayant pas réagi (NCO) dans le 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).

5 De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention a une chambre cylindrique interne (65). De préférence, la chambre cylindrique interne (65) a une extrémité fermée (62) et une 10 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, l'extrémité fermée (62) et l'extrémité ouverte (68) sont 15 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 les **Figures 3-5**).

20 De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique 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).  
25 De manière davantage préférée, 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) ; et où l'ouverture circulaire (69) est concentrique par rapport à 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 une chambre cylindrique interne (65) avec un axe de symétrie (70) ; où l'extrémité ouverte (68) a une ouverture circulaire (69) ; où 30 l'ouverture circulaire (69) est concentrique avec la chambre cylindrique interne (65) ; et où l'ouverture circulaire (69) est perpendiculaire à l'axe de symétrie (70) de la chambre  
35 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 davantage préférée, de 2 à 6 mm ; de manière préférée entre toutes, de 2,5 à 3,5 mm). (voir les **Figures 3-5**).

De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique 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). 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 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). 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 depuis l'extrémité fermée (62) de la chambre cylindrique interne (65). De préférence, l'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, l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé en direction de l'axe de symétrie (70) de la chambre

cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, l'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 5 (70) de la chambre cylindrique interne (65). De manière préférée entre toutes, l'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).

10 De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique 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 15 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 (I) (80) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65). De préférence, lorsque le dispositif de mélange axial (60) 20 utilisé dans le procédé de la présente invention a au moins deux orifices d'alimentation en liquide 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) 25 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 (I) (80) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65). De manière 30 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 (I) (80) sont disposés uniformément suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65) et sont à une égale distance depuis l'extrémité fermée (62) de la chambre cylindrique interne (65). De préférence, l'au moins 35 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, l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé en direction de l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, l'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 essentiellement perpendiculaire à l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65).

5 De manière préférée entre toutes, l'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).

10 De manière préférée, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de production de la couche de polissage mécano-chimique 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 d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) ; où l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) sont disposés uniformément suivant une circonférence (67) de 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 un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) ; où l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et l'au moins un orifice 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 depuis l'extrémité fermée (62) de la chambre cylindrique interne (65).

15

20

25

30

35

De préférence, le dispositif de mélange axial (60) utilisé dans le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique 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). 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 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 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 latérale de liquides (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 orifices d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et les orifices d'alimentation latérale de liquides (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 5 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 10 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 latérale de liquides (P) (75) et les orifices d'alimentation en liquide de côté (I) (80) sont tous à une 15 égale distance depuis l'extrémité fermée (62) de la chambre cylindrique interne (65).

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

chambre cylindrique interne (65) en aval de l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) depuis l'extrémité fermée (62). De manière encore davantage 5 préférée, 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 tangentiel (85) 10 sont disposés suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne (65) en aval de l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) depuis l'extrémité fermée (62) ; et où les au moins deux orifices 15 d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel (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 20 gaz pressurisé tangentiel (85) qui s'ouvrent dans la chambre cylindrique interne (65) ; où les au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel (85) sont disposés suivant une circonférence de la chambre cylindrique interne (65) en aval de l'au moins un orifice d'alimentation en 25 liquide de côté (P) (75) et l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) depuis l'extrémité fermée (62) ; et où l'au moins deux orifices d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel (85) sont disposés uniformément suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique 30 interne (65) et sont à égale distance depuis l'extrémité fermée (62) de la chambre cylindrique interne (65). De préférence, l'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 35 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, l'au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel s'ouvre

dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé tangentiellement suivant une circonférence interne de la chambre cylindrique interne (65). De manière davantage préférée, l'au moins un orifice d'alimentation en gaz 5 pressurisé tangentiel s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé tangentiellement 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 10 manière préférée entre toutes, l'au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) et est dirigé tangentiellement suivant une circonférence interne de la chambre cylindrique interne et sur un plan qui est 15 perpendiculaire à l'axe de symétrie (70) de la chambre cylindrique interne (65).

De préférence, le tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention comprend une couche de polissage mécano-chimique ayant une dureté Shore D de < 40 mesurée selon la 20 norme ASTM D2240. De manière davantage préférée, le tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention comprend une couche de polissage mécano-chimique ayant une dureté Shore D de ≤ 35 (de manière davantage préférée, de ≤ 30 ; de manière préférée entre toutes, de ≤ 25) mesurée selon la norme ASTM 25 D2240.

De préférence, le tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention comprend une couche de polissage mécano-chimique ayant une porosité de ≥ 10 % en vol. De manière davantage préférée, le tampon de polissage mécano-chimique de 30 la présente invention comprend une couche de polissage mécano-chimique ayant une porosité de 25 à 75 % en vol. (de manière davantage préférée, de 30 à 60 % en vol., de manière préférée entre toutes, de 45 à 55 % en vol.).

De préférence, la couche de polissage mécano-chimique 35 (90) de la présente invention a une épaisseur moyenne de la couche de polissage,  $T_{p-avg}$ , de 0,51 à 3,81 mm (20 à 150 mils) (millièmes de pouce). De manière davantage préférée, la couche

de polissage mécano-chimique (90) a une épaisseur moyenne de la couche de polissage,  $T_{P-avg}$ , de 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 miles), de manière préférée entre toutes, de 1,27 à 5 2,50 mm (50 à 100 mils)). (Voir **Figure 2**).

De préférence, la couche de polissage mécano-chimique de la présente invention est adaptée pour polir un substrat ; où le substrat est au moins l'un parmi un substrat magnétique, un substrat optique et un substrat semi-conducteur. De manière 10 davantage préférée, la couche de polissage mécano-chimique de la présente invention est adaptée pour polir un substrat ; le substrat étant un substrat semi-conducteur. De manière préférée entre toutes, la couche de polissage mécano-chimique de la présente invention est adaptée pour polir un substrat ; 15 le substrat étant une galette de semi-conducteur.

De préférence, la couche de polissage mécano-chimique de la présente invention a une surface de polissage qui a au moins une macrotexture et une microtexture pour faciliter le polissage du substrat. De préférence, la surface de polissage 20 a une macrotexture, la macrotexture étant conçue pour au moins (i) atténuer au moins l'aquaplaning ; (ii) influencer l'écoulement du milieu de polissage ; (iii) modifier la rigidité de la couche de polissage ; (iv) réduire les effets de bordure ; et (v) faciliter le transfert des débris de 25 polissage depuis la zone entre la surface de polissage et le substrat qui est poli.

De préférence, la couche de polissage mécano-chimique du tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention a au moins l'une parmi une perforation et au moins une rainure 30 (105). De manière davantage préférée, la couche de polissage mécano-chimique du tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention a au moins une rainure (105) formée dans la couche de polissage (90) s'ouvrant sur la surface de polissage (95) et ayant une profondeur de rainure,  $G_{depth}$ , depuis la 35 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

préférence, l'au moins une rainure (105) est aménagée sur la surface de polissage (95) de sorte que lors de la rotation du tampon de polissage mécano-chimique pendant le polissage, l'au moins une rainure (105) balaie le substrat. De préférence,  
 5 l'au moins une rainure est choisie parmi des rainures courbes, des rainures linéaires et leurs combinaisons. De préférence, l'au moins une rainure a une profondeur moyenne de rainure,  $G_{depth-avg}$ ,  $\geq ,25$  mm (10 mils) (de préférence, de 0,25 à 3,81 mm (10 à 150 mils)). De préférence, l'au moins une rainure a une  
 10 profondeur moyenne de rainure,  $G_{depth-avg}$ ,  $<$  l'épaisseur moyenne de couche de polissage  $T_p-avg$ . De préférence, l'au moins une rainure forme un motif de rainure qui comprend au moins deux rainures ayant une combinaison d'une profondeur moyenne de rainure,  $G_{depth-avg}$ , choisie parmi  $\geq ,25$  mm (10 mils),  $\geq 0,38$  mm  
 15 (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),  $\geq 1,27$  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  
 20 préférence, l'au moins une rainure 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 les **Figures 6**).

De préférence, le motif de rainure comprend une pluralité de rainures. De manière davantage préférée, le motif de rainure est choisi parmi un motif de rainures. De préférence, le motif de rainure 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 motifs réguliers (par ex., hexagones, triangles), de motifs de type bande de roulement pneumatique, de motifs irréguliers (par ex., un motif fractal), et leurs combinaisons. De manière davantage préférée, le motif de rainure est choisi dans le groupe constitué de rainures aléatoires, de rainures concentriques, de rainures spiralées, de rainures croisées, de rainures en grille X-Y, de rainures

hexagonales, de rainures triangulaires, de rainures 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 5 préférence parmi un profil rectangulaire avec des parois latérales rectilignes ou la 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 procédé de production d'une couche de 10 polissage mécano-chimique de la présente invention comprend : la fourniture d'un composant liquide de côté poly (P), comprenant un adduit amine-dioxyde de carbone ; et au moins un polyol de côté (P), une polyamine de côté (P) et un aminoalcool de côté (P) ; la fourniture d'un composant liquide 15 de côté iso (I), comprenant au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ; la fourniture d'un gaz pressurisé ; la fourniture d'un dispositif de mélange axial (60) ayant une chambre cylindrique interne (65) ; où la chambre cylindrique interne (65) a une extrémité fermée (62), une extrémité ouverte (68), un axe de symétrie (70), au moins 20 un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65), au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65), et au moins un (de 25 préférence, au moins deux) orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel (85) qui s'ouvre dans la chambre cylindrique interne (65) ; où l'extrémité fermée (62) et l'extrémité ouverte (68) sont perpendiculaires à l'axe de symétrie (70) ; où l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (75) et l'au moins un orifice 30 d'alimentation en liquide de côté (I) (80) sont disposés suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65) à proximité de l'extrémité fermée (62) ; où l'au moins un (de préférence, au moins deux) orific d'alimentation 35 en gaz pressurisé tangentiel (85) est disposé suivant une circonférence (67) de la chambre cylindrique interne (65) en aval de l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de

côté (P) (75) et l'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 l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) (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 l'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 débit massique combiné du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) à la chambre cylindrique interne est de 1 à 500 g/s (de préférence de 2 à 40 g/s ou, de manière davantage préférée, de 2 à 25 g/s,) ; où le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne par l'au moins un (de préférence, au moins deux) 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 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, où le composant liquide de côté poly (P), le composant de côté iso (I) liquide et le gaz pressurisé sont mélangés dans la chambre cylindrique interne (65) pour former une combinaison ; l'évacuation de la combinaison depuis l'extrémité ouverte (68) de la chambre cylindrique interne (65) en direction d'une cible à une vitesse de 5 à 1000 m/s, ou, de préférence, de 10 à 600 m/s, ou, de manière davantage préférée, de 15 à 450 m/s ; la solidification de la combinaison en un gâteau ; et l'obtention de la couche de polissage mécano-chimique à partir du gâteau, où la couche de polissage mécano-chimique a une porosité  $\geq 10\%$  en vol. et une surface de polissage adaptée pour polir un substrat (de préférence, où la couche de polissage mécano-chimique a une dureté Shore D de < 40, (de manière davantage préférée,  $\leq 35$  ; de manière davantage préférée,  $\leq 30$  ; de manière préférée entre toutes,  $\leq 25$ ) (Voir **Figures 3 à 5**).

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

De préférence, dans le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention, le composant liquide de côté iso (I) est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par l'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 l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (I) (80) à une pression de charge de côté (I) de 8 000 à 20 000 kPa. De manière préférée entre toutes, le composant liquide de côté iso (I) est introduit dans la chambre cylindrique interne (65) par l'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 production d'une couche de polissage mécano-chimique 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 production d'une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention, le gaz pressurisé utilisé a une teneur en eau de  $\leq$  10 ppm. De manière davantage préférée, le gaz pressurisé utilisé a une teneur en eau de  $\leq$  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 production d'une couche de polissage mécano-chimique 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 vitesse d'entrée étant de 90 à 600 m/s calculée sur la base de conditions de gaz parfait à 20 °C et une pression de 1 atm, 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 mécano-chimique déposée dans le moule a une probabilité accrue de développer des craquelures indésirables.

De préférence, dans le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique 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 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 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, dans le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention, le débit massique 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 production d'une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention, le rapport du (a) total du débit massique combiné du composant liquide de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) dans la chambre cylindrique interne (65) au (b) débit massique 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 production d'une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention, la combinaison formée dans le dispositif de mélange axial (60) est évacuée depuis l'extrémité ouverte (68) depuis la chambre cylindrique interne (65) en direction d'une cible (12) à une vitesse de 10 à 300 m/s. De manière davantage préférée, la combinaison est évacuée de l'ouverture (69) à l'extrémité ouverte (68) du dispositif de mélange axial (60) à une vitesse ayant un composant z dans une direction parallèle à l'axe z (Z) en direction d'une cible (12) de 10 à 300 m/s. (Voir les **Figure 1 et 7**).

De préférence, dans le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique 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 de la cible (12). De manière davantage préférée, 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 de la cible (12) ; l'élévation moyenne,  $E_{avg}$ , 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 les **Figures 1 et 7**).

De préférence, dans le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention, la cible utilisée est tout matériau approprié pour recevoir la combinaison évacuée. De manière davantage préférée, la cible 5 est un matériel choisi parmi une surface plastique, une surface de verre et une surface métallique. De préférence, la cible est choisie parmi les matériaux plats et les matériaux mis en forme (par ex. une cible ayant un motif de rainure en négatif formée dans celle-ci).

10 De préférence, la cible (12) utilisée dans le procédé de la présente invention définit un motif de rainure en négatif (14), le motif de rainure (100) étant transmis à la surface de polissage (95) de la couche de polissage mécano-chimique (90). De préférence, la cible (12) a une section sensiblement 15 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). (Voir les **Figures 1 et 7**).

20 De préférence, la cible (12) utilisée dans le procédé de la présente invention fait partie intégrante d'un moule (10) ayant une paroi périphérique (15). De préférence, la paroi périphérique définit une frontière interne verticale (18) de la cavité de moule (20) qui est sensiblement perpendiculaire au plan x-y (28). De manière davantage préférée, la paroi 25 périphérique définit une frontière interne verticale (18) de la cavité de moule (20) qui est essentiellement perpendiculaire au plan x-y (28). (Voir la **Figure 1**).

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

35 De préférence, la section transversale de la cavité de moule,  $C_{x-sect}$ , (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 5 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) s'approche d'une région ayant 10 une forme de 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 en forme de cylindre droit a une surface de section droite,  $C_{x-area}$ , 15 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 la **Figure 1**).

De préférence, dans le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique de la présente invention, la combinaison formée dans le dispositif de mélange axial a un 25 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 dispositif de mélange axial a un temps de gel de 15 à 30 120 secondes.

De préférence, la couche de polissage mécano-chimique préparée en utilisant le procédé de la présente invention peut être amené à former une interface avec au moins une couche supplémentaire pour former un tampon de polissage mécano-chimique. De préférence, la couche de polissage mécano-chimique préparée selon le procédé de la présente invention 35 est amenée à former une interface avec un sous-tampon.

De préférence, le procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique (90) pour un tampon de polissage mécano-chimique (20) de la présente invention comprend en outre : la fourniture d'une substance de côté poly (P), comprenant au moins l'un parmi le polyol de côté (P), la polyamine de côté (P) et l'amine d'alcool de côté (P) ; la fourniture d'une substance de côté iso (I), comprenant au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ; où la substance de côté poly (P) est introduite dans la chambre cylindrique interne par l'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 la substance de côté iso (I) est introduite dans la chambre cylindrique interne par l'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 massique combiné de la substance de côté poly (P) et de la substance 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, de manière davantage préférée, de 2 à 25 g/s ; où la substance de côté poly (P), la substance de côté iso (I) et le gaz pressurisé sont mélangés dans la chambre cylindrique interne pour former un mélange ; où le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne par l'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 du mélange depuis l'extrémité ouverte de la chambre cylindrique interne en direction d'une surface inférieure de la couche de polissage mécano-chimique à une vitesse de 5 à 1000 m/s, ou, de préférence, de 10 à 600 ou, de manière davantage préférée, de 15 à 450 m/s ; la solidification du mélange sur la surface inférieure de la couche de polissage mécano-chimique pour former un sous-tampon (220) ; où le sous-tampon (220) fait partie intégrante de la couche de polissage mécano-chimique (90) ; où le sous-tampon

(220) a une porosité de sous-tampon qui est différente de celle de la couche de polissage mécano-chimique (90). De préférence, le sous-tampon (220) est adjacent à la surface inférieure (92) de la couche de polissage (90). De préférence, 5 le sous-tampon (220) a une épaisseur de sous-tampon  $T_s$  perpendiculairement à la surface de polissage (95) de la couche de polissage mécano-chimique (90). L'homme du métier saura choisir une épaisseur de sous-tampon appropriée  $T_s$ , pour le sous-tampon (220). De préférence, le sous-tampon (220) a 10 une épaisseur moyenne de sous-tampon  $T_{s-avg}$ , de  $\geq 0,38$  mm (15 mils) (de manière davantage préférée, de 0,76 à 2,50 mm (30 à 100 mils) ; de manière préférée entre toutes, de 0,76 à 1,90 mm (30 à 75 mils)). De préférence, la substance de côté poly (P) et le composant liquide de côté poly (P) peuvent être 15 identiques ou différents. De préférence, la substance de côté poly (P) et le composant liquide de côté poly (P) sont différents. De préférence, la substance de côté poly (P) et le composant liquide de côté poly (P) sont identiques. Le composant de côté iso (I) liquide et la substance de côté iso (I) peuvent être identiques ou différents. De préférence, le 20 composant de côté iso (I) liquide et la substance de côté iso (I) sont identiques. De préférence, le composant de côté iso (I) liquide et la substance de côté iso (I) sont différents. (Voir la **Figure 8**).

25 De préférence, la couche de polissage mécano-chimique préparée en utilisant le procédé de la présente invention peut être amenée à former une interface avec au moins une couche supplémentaire (225) (par ex. un sous-tampon) en utilisant un adhésif d'empilement (210) ; l'adhésif d'empilement (210) 30 étant interposé entre la surface inférieure (92) de la couche de polissage mécano-chimique (90) et la couche supplémentaire (225). L'au moins une couche supplémentaire améliore de préférence la conformité de la couche de polissage mécano-chimique avec la surface du substrat qui est poli. De 35 préférence, l'adhésif d'empilement (210) utilisé est un adhésif choisi dans le groupe constitué des adhésifs sensibles à la pression, des adhésifs thermofusibles réactifs, des

adhésifs de contact et leurs combinassions. De manière davantage préférée, l'adhésif d'empilement utilisé est choisi dans le groupe constitué des adhésifs thermofusibles réactifs et des adhésifs sensibles à la pression. De manière préférée 5 entre toutes, l'adhésif d'empilement utilisé est un adhésif thermofusible réactif. (Voir la **Figure 9**).

De préférence, le tampon de polissage mécano-chimique (200) de la présente invention est adapté pour être interfacé avec la plateau d'une machine de polissage. De préférence, le 10 tampon de polissage mécano-chimique (200) est adapté pour être interfacé avec le plateau en utilisant au moins l'un parmi un vide et un adhésif autocollant (230). De préférence, le tampon de polissage mécano-chimique (200) est adapté pour être amené à former une interface avec le plateau en utilisant un adhésif 15 de plateau sensible à la pression (230). De préférence, lorsque le tampon de polissage mécano-chimique de la présente invention est doté d'un adhésif de plateau sensible à la pression (230), le tampon de polissage mécano-chimique aura une couche de décollement (240) appliquée sur l'adhésif de 20 plateau autocollant (230). (Voir par ex. la **Figure 9**).

De préférence, le procédé de polissage d'un substrat de la présente invention comprend : la fourniture du substrat, le substrat étant choisi parmi l'au moins un d'un substrat magnétique, d'un substrat optique et d'un substrat semi-conducteur ; la fourniture d'un tampon de polissage mécano-chimique ayant une couche de polissage mécano-chimique selon la présente invention ; la création d'un contact dynamique entre la surface de polissage de la couche de polissage mécano-chimique et le substrat pour polir une surface du 25 substrat ; et le conditionnement de la surface de polissage avec un conditionneur abrasif. De manière davantage préférée, le procédé de polissage d'un substrat de l'invention comprend : la fourniture du substrat ; le substrat étant un substrat semi-conducteur ayant un élément de TEOS ; la 30 fourniture du tampon de polissage mécano-chimique ayant une couche de polissage mécano-chimique selon la présente invention ; la création d'un contact dynamique entre la 35

surface de polissage de la couche de polissage mécano-chimique et le substrat pour polir une surface du substrat ; où au moins une partie du TEOS est retirée du substrat ; et le conditionnement de la surface de polissage avec un conditionneur abrasif.

5 De manière encore davantage préférée, le procédé de polissage d'un substrat de la présente invention comprend : la fourniture du substrat, le substrat étant un substrat semi-conducteur ayant un élément de TEOS ; la fourniture d'un tampon de polissage mécano-chimique ayant une

10 couche de polissage mécano-chimique selon la présente invention ; la fourniture d'un milieu de polissage ; le milieu de polissage comprenant un abrasif de silice colloïdale ; la distribution du milieu de polissage sur la surface de polissage du tampon de polissage mécano-chimique à proximité

15 d'une interface entre le tampon de polissage mécano-chimique et le substrat ; où le milieu de polissage entre en contact avec l'élément de TEOS et la surface de polissage ; la création d'un contact dynamique entre la surface de polissage de la couche de polissage mécano-chimique et le substrat à

20 polir une surface du substrat ; où l'au moins une partie du TEOS est retirée du substrat ; et le conditionnement de la surface de polissage avec un conditionneur abrasif.

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

25

#### **Exemple comparatif C1 : couche de polissage**

Un composant liquide de côté poly (P) a été fourni, contenant : 88,62 % en poids de polyéther polyol de haut poids moléculaire (Voralux<sup>®</sup> HF 505 polyol disponible auprès de The Dow Chemical Company) ; 10,0 % en poids de monoéthylène glycol ; 1,23 % en poids d'un tensioactif silicone (Tegostab<sup>®</sup> B8418 surfactant disponibles auprès d'Evonik) ; 0,05 % en poids d'un catalyseur à l'étain (Fomrez<sup>®</sup> UL-28 disponibles auprès de Momentive) ; et 0,10 % en poids d'un catalyseur amine tertiaire (Dabco<sup>®</sup> 33LV catalyst disponibles auprès d'Air Products, Inc.). Un composant liquide de côté iso (I) a été fourni, contenant : 100 % en poids d'un diphenylmethane

diisocyanate modifié (Isonate™ 181 MDI prépolymère disponible auprès de The Dow Chemical Company.) Un gaz pressurisé (air sec) a été fourni.

Un dispositif de mélange axial a été fourni (MicroLine 45 CSM, 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 9 500 kPa, une pression de charge de côté (I) de 11 100 kPa et à un rapport en poids de (I)/(P) de 0,71 (en donnant un rapport stœchiométrique de groupes hydrogène réactifs aux groupes NCO de 0,95). Le gaz pressurisé a été chargé par les orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels 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 4,5 à 1 pour former une combinaison. La combinaison est évacuée du dispositif de mélange axial en direction d'une base de moule ayant un motif de rainure en négatif formé dans celui-ci (un motif en négatif de type K7 de rainures circulaires concentriques) à une vitesse de 254 m/s pour former un gâteau sur la base de moule. On a laissé le gâteau durcir pendant 16 heures à 100 °C. On a ensuite laissé le gâteau refroidir à température ambiante avant sa séparation de la base du moule. La surface inférieure du gâteau a été usinée de façon à être plane sur un tour pour donner une couche de polissage. La couche de polissage a ensuite été couplée à un sous-tampon Suba IV en utilisant un adhésif thermofusible pour donner un tampon de polissage mécano-chimique avec une couche de polissage mécano-chimique ayant un motif de rainure de type K7 (rainures circulaires concentriques de 0,51 mm (20 mils) de largeur, 0,76 mm (30 mils) de profondeur et 1,78 mm (70 mils) d'espacement).

### **Exemple 1 : couche de polissage**

Un composant liquide de côté poly (P) a été fourni, contenant : 88,62 % en poids de polyéther polyol de haut poids moléculaire (Voralux<sup>®</sup> HF 505 polyol disponible auprès de The Dow Chemical Company) ; 10,0 % en poids de monoéthylène glycol ; 1,23 % en poids d'un tensioactif silicone (Tegostab<sup>®</sup> B8418 surfactant disponibles auprès d'Evonik) ; 0,05 % en poids d'un catalyseur à l'étain (Fomrez<sup>®</sup> UL-28 disponibles auprès de Momentive) ; et 0,10 % en poids d'un catalyseur amine tertiaire (Dabco<sup>®</sup> 33LV catalyst disponibles auprès d'Air Products, Inc.). Un matériau liquide supplémentaire (Specflex<sup>™</sup> NR 556 CO<sub>2</sub>/adduit amine aliphatique disponible auprès de The Dow Chemical Company) a été ajouté au composant liquide de côté poly (P) à raison de 3 parties pour 100 parties de composant liquide de côté poly (P) en poids. Un composant liquide de côté iso (I) a été fourni, contenant : 100 % en poids d'un diphenylmethane diisocyanate modifié (prépolymère Isonate<sup>™</sup> 181 MDI disponible auprès de The Dow Chemical Company). Un gaz pressurisé (air sec) a été fourni.

Un dispositif de mélange axial a été fourni (MicroLine 45 CSM, 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 tangentiels. Le composant liquide de côté poly (P) et le composant liquide de côté iso de côté (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 8 600 kPa, une pression de charge de côté (I) de 13 100 kPa et à un rapport en poids de (I)/(P) de 0,83 (en donnant un rapport stœchiométrique de groupes hydrogène réactifs aux groupes NCO de 0,95). Le gaz pressurisé a été chargé par les orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiels avec une pression d'alimentation de 830 kPa pour donner des débits massiques des composants liquides combinés au gaz dans le dispositif de mélange axial de 4,4 à 1 pour former une combinaison. La combinaison est évacuée du dispositif de mélange axial en direction d'une base

de moule ayant un motif de rainure en négatif formé dans celui-ci (un motif en négatif de type K7 de rainures circulaires concentriques) à une vitesse de 254 m/s pour former un gâteau sur la base de moule. On a laissé le gâteau 5 durcir pendant 16 heures à 100 °C. On a ensuite laissé le gâteau refroidir à température ambiante avant sa séparation de la base du moule. La surface inférieure du gâteau a été usinée de façon à être plane sur un tour pour donner une couche de polissage. La couche de polissage a ensuite été couplée à un 10 sous-tampon Suba IV en utilisant un adhésif thermofusible pour donner un tampon de polissage mécano-chimique avec une couche de polissage mécano-chimique ayant un motif de rainure de type K7 (rainures circulaires concentriques de 0,51 mm (20 mils) de largeur, 0,76 mm (30 mils) de profondeur et 1,78 mm (70 mils) 15 d'espacement).

#### Propriétés de la couche de polissage

Les couches de polissage de l'**exemple comparatif C1** et de l'**exemple 1** ont été analysées pour déterminer leurs propriétés 20 physiques indiquées dans le **TABLEAU 3**. Il est à noter que les données de densité rapportées ont été déterminées selon la norme ASTM D1622 ; les données de dureté Shore D rapportées ont été déterminées selon la norme ASTM D2240 ; et l'allongement à la rupture rapporté a été déterminé selon la 25 norme ASTM D412.

**TABLEAU 3**

<b>Propriété</b>	<b>Exemple</b>	
	<b>Ex. C1</b>	<b>Ex. 1</b>
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	0,66	0,57
Dureté Shore D, @ 15s	29	26
Porosité (en % en vol.)	43	50
G'-40 °C (MPa)	11	11
G''-40 °C (MPa)	1,1	1,3
G'-30°C/G'-90°C	2,4	2,7
Résistance à la traction (MPa)	6,2	7,3
Allongement à la rupture (%)	252	202

Module de traction (MPa)	15,4	28,3
Solidité (MPa)	11,0	10,7

### Exemples comparatifs PC1 et exemple P1

#### Expériences sur la vitesse de retrait du polissage mécano-chimique

5 Des tests la vitesse de retrait par polissage du dioxyde de silicium ont été réalisés en utilisant le tampon de polissage mécano-chimique préparé selon l'**exemple 1** et comparé avec ceux obtenus en utilisant le tampon de polissage mécano-chimique préparé selon l'**exemple comparatif C1**.

10 Spécifiquement, la vitesse de retrait du dioxyde de silicium pour chacun des tampons de polissage est présentés dans le **TABLEAU 4**. Les expériences de 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. Un

15 polisseur de 200 mm Mirra® Applied Materials a été utilisé. Toutes les expériences de polissage ont été réalisées avec une force d'appui de 20,7 kPa (3 psi), un débit de suspension de 200 ml/min (suspension Klebosol™ 1730 disponible auprès de Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc), une vitesse de

20 rotation de table de 93 t/m et une vitesse de rotation de support de 87 t/m. Un conditionneur à tampon au diamant 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 polissage ont chacun été rodées avec

25 le conditionneur en utilisant une force d'appui de 31,1 N pendant 30 minutes. Les tampons de polissage ont été encore conditionnés à 100 % *in 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 vitesses de

30 retrait ont été déterminées par la mesure de l'épaisseur du film avant et après le polissage en utilisant un outil de métrologie KLA-Tencor FX200 appliquant un balayage en spiral de 49 points avec une exclusion de bord de 3 mm. Chacune des expériences de vitesse de retrait a été réalisée trois fois.

35 La vitesse moyen de retrait pour les expériences de retrait

triples pour chacun des tampons de polissage est présentée dans le TABLEAU 4.

TABLEAU 4

5

<u>Ex #</u>	<u>Tampon de polissage mécano-chimique</u>	<u>Vitesse de retrait TEOS (Å/min)</u>
PC1	Exemple comparatif C1	1596
P1	Exemple 1	2046

REVENDICATIONS

1. Tampon de polissage mécano-chimique, comprenant :

une couche de polissage mécano-chimique ayant une surface de polissage, une surface inférieure et une épaisseur moyenne de la couche de polissage,  $T_{1-\text{avg}}$ , mesurée perpendiculairement par rapport à la surface de polissage depuis la surface inférieure jusqu'à la surface de polissage ;

où la couche de polissage mécano-chimique est formée en combinant un composant liquide de côté poly (P) et un composant de côté iso (I) liquide ;

où le composant liquide de côté poly (P) comprend 1 à 5 % en poids d'un adduit amine-dioxyde de carbone ; et 25 à 95 % en poids d'un polyol de côté (P) qui est un polyéther polyol de haut poids moléculaire ayant 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,

où le composant liquide de côté iso (I) comprend au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ;

où la couche de polissage mécano-chimique a une porosité  $\geq 10\%$  en vol. ;

où la couche de polissage mécano-chimique a une dureté Shore D de < 40 ; et

où la surface de polissage est adaptée pour polir un substrat.

2. Tampon de polissage mécano-chimique selon la revendication 1, où le composant liquide de côté poly (P) comprend en outre : 10 à 30 % en poids d'un polyol de bas poids moléculaire ; le polyol de bas poids moléculaire ayant un poids moléculaire moyen en nombre,  $M_N$ , de  $\leq 200$ .

3. Tampon de polissage mécano-chimique selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, où l'isocyanate polyfonctionnel de côté (I) a une moyenne de deux groupes isocyanate réactifs par molécule.

4. Tampon de polissage mécano-chimique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, où le composant liquide de côté poly (P) comprend en outre au moins l'un parmi un catalyseur et un tensioactif.

5. Procédé de production d'une couche de polissage mécano-chimique, comprenant :

la fourniture d'un composant liquide de côté poly (P) comprenant 1 à 5 % en poids d'un adduit amine-dioxyde de carbone ; et 25 à 95 % en poids d'un polyol de côté (P) qui est un polyéther polyol de haut poids moléculaire ayant 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 ;

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

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

où l'au moins un orifice d'alimentation en gaz pressurisé tangentiel est disposé suivant une circonférence depuis la chambre cylindrique interne en aval de l'au moins un orifice d'alimentation en liquide de côté (P) et l'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 l'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 dans la chambre cylindrique interne par l'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 massique 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 ;

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 l'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 d'une cible à une vitesse de 5 à 1000 m/s ;

la solidification de la combinaison en un gâteau ;

l'obtention de la couche de polissage mécano-chimique à partir du gâteau, où la couche de polissage mécano-chimique a une porosité  $\geq 10\%$  en vol. et une surface de polissage adaptée pour polir un substrat.

6. Procédé selon la revendication 5, comprenant en outre :

la fourniture d'une substance de côté poly (P) comprenant le polyol de côté (P), ;

la fourniture d'une substance de côté iso (I) comprenant au moins un isocyanate polyfonctionnel de côté (I) ;

où la substance de côté poly (P) est introduit dans la chambre cylindrique interne par l'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 la substance de côté iso (I) est introduite dans la chambre cylindrique interne par l'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 massique combiné de la substance de côté poly (P) et du composant liquide de côté iso (I) dans la chambre cylindrique interne est de 6 à 500 g/s ;

où la substance de côté poly (P), la substance de côté iso (I) et le gaz pressurisé sont mélangés dans la chambre cylindrique interne pour former un mélange ;

où le gaz pressurisé est introduit dans la chambre cylindrique interne par l'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 du mélange depuis l'extrémité ouverte de la chambre cylindrique interne en direction d'une surface inférieure de la couche de polissage mécano-chimique à une vitesse de 5 à 1000 m/s ;

la solidification du mélange sur la surface inférieure de la couche de polissage mécano-chimique pour former un sous-tampon ; où le sous-tampon fait partie intégrante de la couche de polissage mécano-chimique ; le sous-tampon ayant une porosité de sous-tampon qui est différente de celle de la couche de polissage mécano-chimique.

7. Procédé de polissage d'un substrat, comprenant ;  
la fourniture du substrat ; le substrat étant choisi  
parmi l'au moins un d'un substrat magnétique, d'un substrat  
optique et d'un substrat semi-conducteur ;  
la fourniture d'un tampon de polissage mécano-chimique  
comprenant une couche de polissage mécano-chimique selon l'une  
quelconque des revendications 1 à 4 ;  
la création d'un contact dynamique entre la surface de  
polissage de la couche de polissage mécano-chimique et du  
substrat pour polir une surface du substrat ; et  
le conditionnement de la surface de polissage avec un  
conditionneur abrasif.

8. Procédé selon la revendication 7, où le substrat  
semi-conducteur a un élément d'orthosilicate de tétraéthyle  
(TEOS) ; et au moins une partie du TEOS est retiré du  
substrat.

9. Procédé selon la revendication 8, comprenant en  
outre :

la fourniture d'un milieu de polissage, le milieu de  
polissage comprenant un abrasif de silice colloïdale ;  
la distribution du milieu de polissage sur la surface de  
polissage du tampon de polissage mécano-chimique à proximité  
d'une interface entre le tampon de polissage mécano-chimique  
et le substrat ;  
où le milieu de polissage vient en contact avec l'élément  
de TEOS et la surface de polissage.

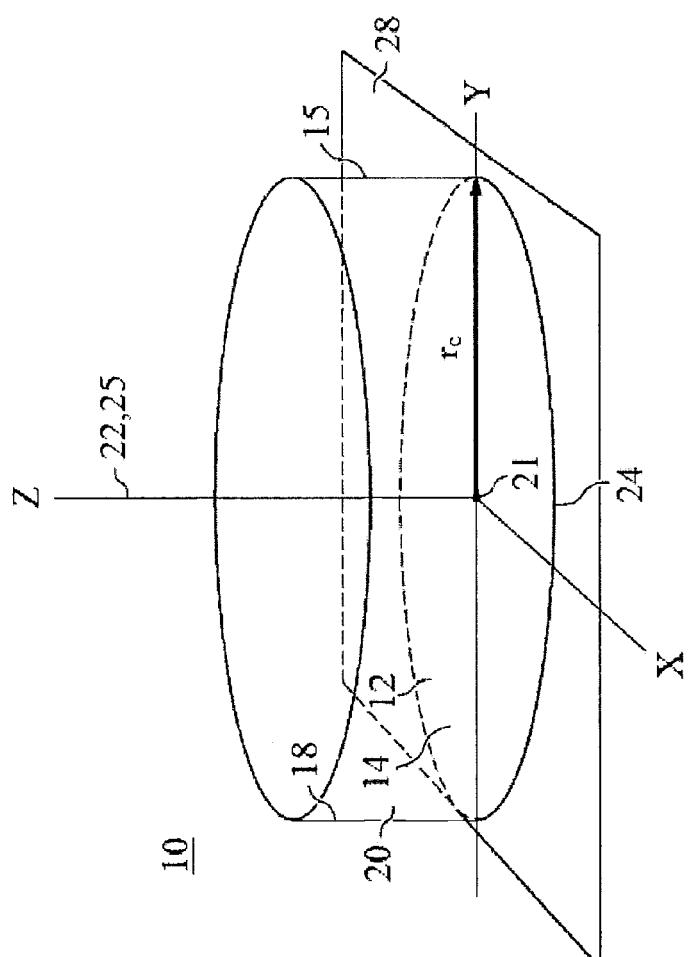


Figure 1

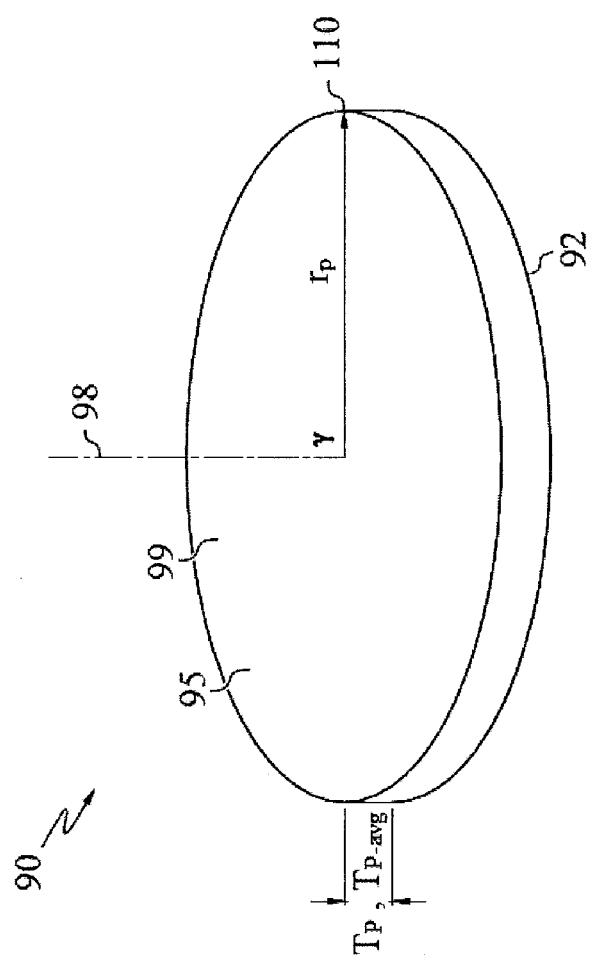


Figure 2

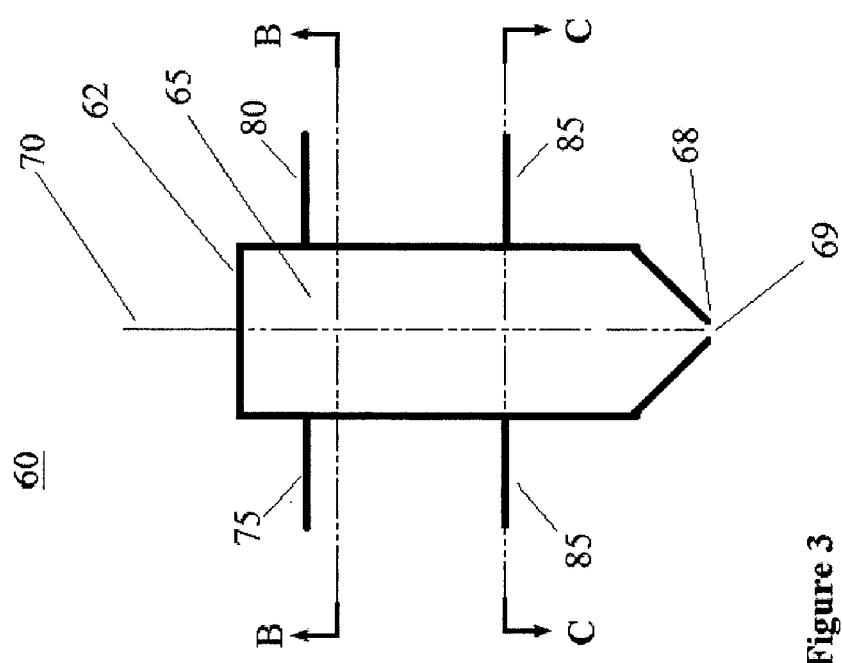


Figure 3

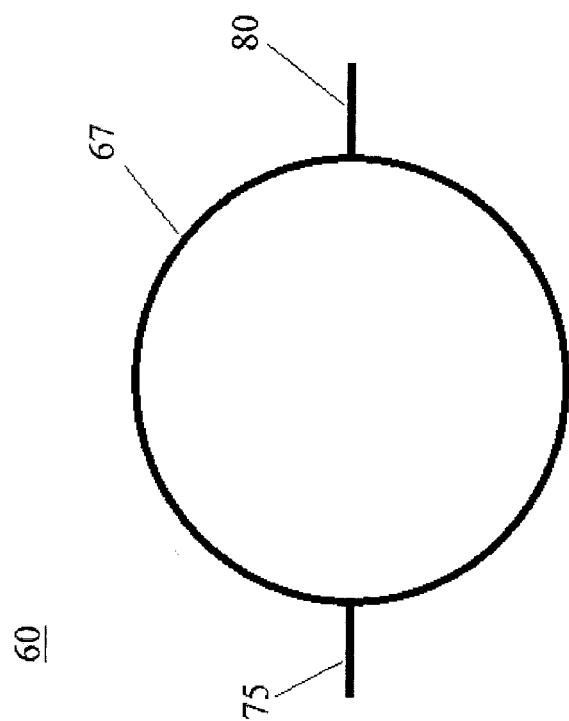


Figure 4

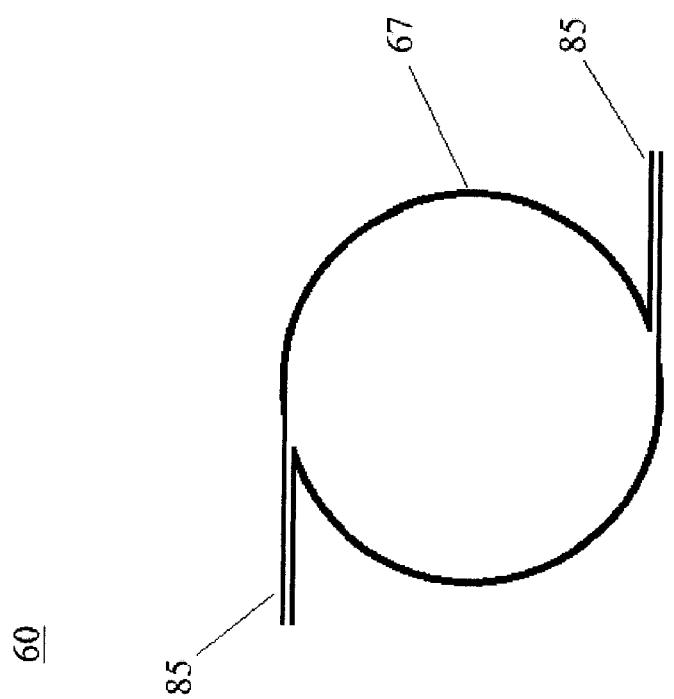


Figure 5

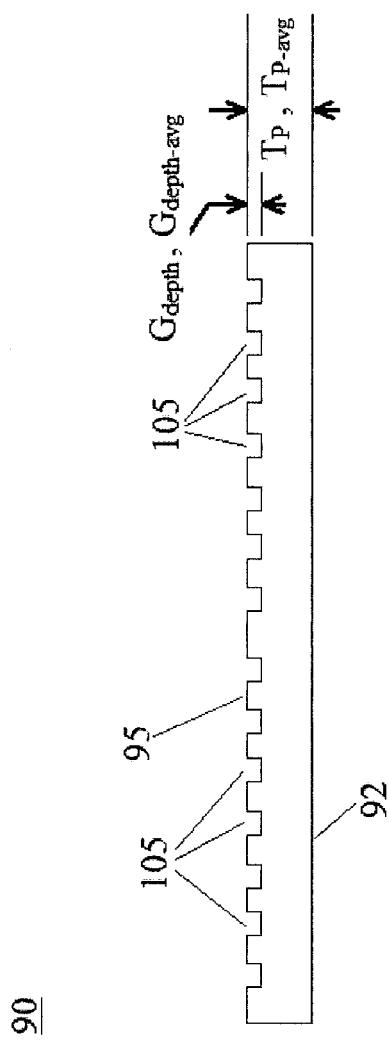


Figure 6

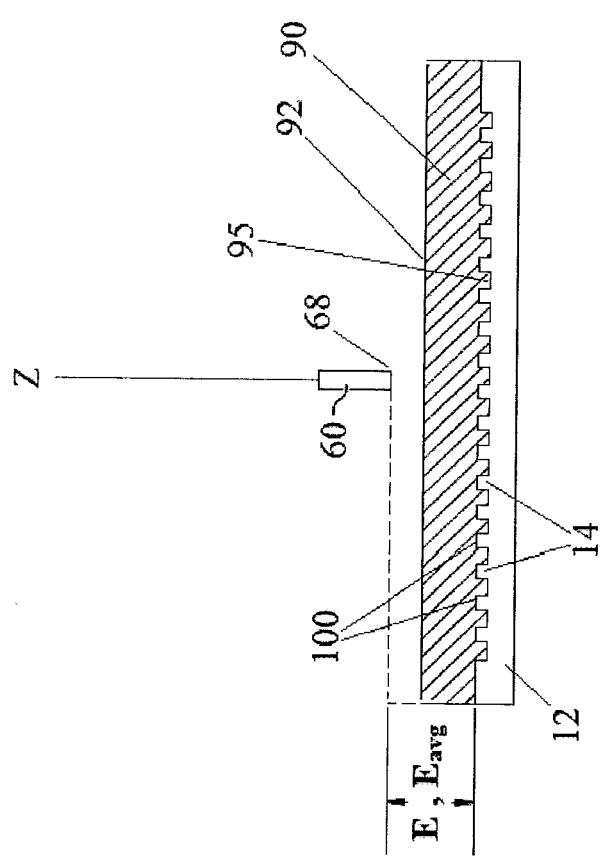


Figure 7

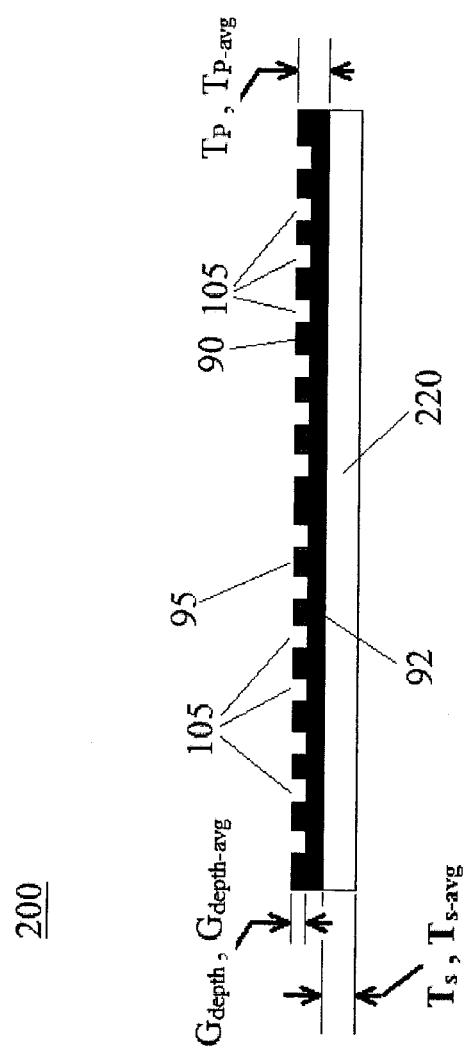


Figure 8

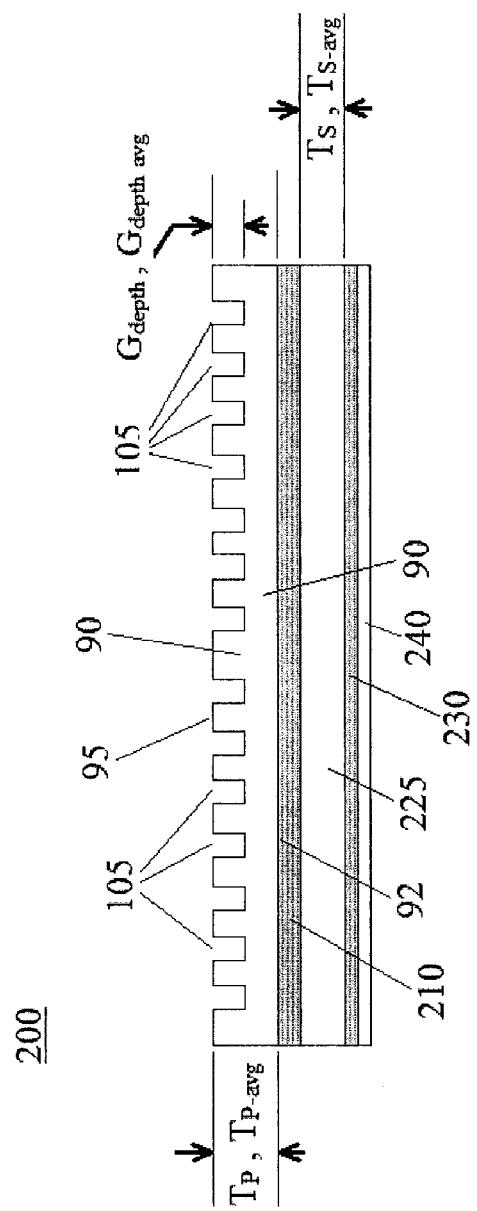


Figure 9

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

[x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

□ Le demandeur a maintenu les revendications.

[x] Le demandeur a modifié les revendications.

□ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

□ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

□ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

[x] Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

□ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

□ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

□ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2008139684 A1 (SWISHER ET AL. [US]) 12 juin 2008 (2008-06-12)

US 2010120249 A1 (HIROSE ET AL. [US]) 13 mai 2010 (2010-05-13)

US 5584146 A (SHAMOULLAN ET AL. [US]) 17 décembre 1996 (1996-12-17)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT