

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 29.08.14.

(30) Priorité : 30.08.13 US 14014468.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.03.15 Bulletin 15/10.

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

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

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

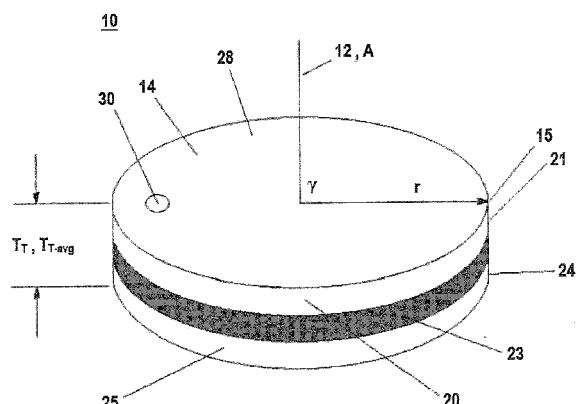
(72) Inventeur(s) : JENSEN MICHELLE K., QIAN BAINIAN, YEH FENGJI, DEGROOT MARTY, ISLAM MOHAMMAD T., VANHANEHEM MATTHEW RICHARD, STRING DARRELL, MURNANE JAMES, HENDRON JEFFREY JAMES et NOWLAND JOHN G..

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

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

(54) **TAMPON DE POLISSAGE CHIMIQUE MECANIQUE.**

(57) Il est mis à disposition un tampon de polissage chimique mécanique contenant: une couche de polissage; une couche rigide; et un adhésif thermofusible collant la couche de polissage à la couche rigide; dans lequel la couche de polissage présente une densité supérieure à 0,6; une dureté Shore D de 60 à 90; un allongement à la rupture de 100 à 300 %; et une combinaison unique d'une stabilité hydrolytique initiale et d'une instabilité hydrolytique dans le temps.



TAMPON DE POLISSAGE CHIMIQUE MECANIQUE

La présente invention concerne des tampons de polissage chimique mécanique et des procédés pour les préparer et les utiliser. Plus particulièrement, la présente invention concerne un tampon de polissage chimique mécanique comprenant une couche de polissage ; une couche rigide ; et un adhésif thermofusible collant la couche de polissage à la couche rigide ; dans lequel la couche de polissage présente une densité supérieure à 0,6 ; une dureté Shore D de 60 à 90 ; un allongement à la rupture de 100 à 300 % ; et une combinaison unique d'une stabilité hydrolytique initiale et d'une instabilité hydrolytique dans le temps ; et dans lequel la couche de polissage a une surface de polissage adaptée pour polir le substrat.

La production de semi-conducteurs met typiquement en jeu plusieurs traitements de planarisation chimique mécanique (CMP). Dans chaque traitement CMP, un tampon de polissage, en combinaison avec une solution de polissage, telle qu'une bouillie de polissage contenant un abrasif ou un liquide réactif exempt d'abrasif, éliminent le matériau en excès d'une manière qui planarise ou qui maintient la planéité pour la réception d'une couche subséquente. L'empilement de ces couches se combine d'une manière qui forme un circuit intégré. La fabrication de ces dispositifs semi-conducteurs continue de devenir plus complexe du fait des exigences pour les dispositifs ayant des vitesses d'exploitation plus élevées, des courants de fuite réduits, et une moindre consommation d'énergie. En termes d'architecture des dispositifs, ceci se traduit par des géométries ayant des caractéristiques plus fines et une augmentation des niveaux de métallisation. Ces exigences de conception de dispositifs, de plus en plus sévères, entraînent l'adoption d'une métallisation au cuivre conjointement avec de nouveaux matériaux diélectriques ayant des constantes diélectriques plus faibles. La diminution des propriétés physiques, fréquemment associée à des matériaux ayant des coefficients k faibles et ultra-faibles, combinée à la plus grande complexité des dispositifs, ont conduit à une plus forte demande en consommables pour CMP, tels que des tampons de polissage et des solutions de polissage.

En particulier, les diélectriques ayant des coefficients k faibles et ultra-faibles tendent à avoir une moindre résistance mécanique et une moins bonne adhérence, en comparaison avec des diélectriques

- conventionnels, ce qui rend la planarisation plus difficile. De plus, comme les tailles des éléments caractéristiques des circuits intégrés diminuent, la formation de défauts induite par un CMP, comme la formation de rayures, devient un problème plus important. En outre, la diminution de l'épaisseur
- 5 de film des circuits intégrés requiert des améliorations concernant la formation de défauts tout en offrant simultanément une topographie acceptable pour un substrat de galette (« wafer » en anglais) – ces exigences de topographie exigeant des spécifications de plus en plus sévères de planarité, de déformation et d'érosion.
- 10 Les tampons de polissage en polyuréthane constituent la chimie de tampons principale utilisée pour diverses applications de polissage exigeant une précision. Les tampons de polissage en polyuréthane sont efficaces pour polir les galettes de silicium, les galettes dotées d'un motif, les écrans plats et les disques magnétiques de stockage. En particulier, les
- 15 tampons de polissage en polyuréthane offrent une intégrité mécanique et une résistance chimique pour la plupart des opérations de polissage utilisées dans la fabrication de circuits intégrés. Par exemple, les tampons de polissage en polyuréthane ont une résistance élevée à la déchirure ; une résistance à l'abrasion pour éviter les problèmes d'usure durant le
- 20 polissage ; et une stabilité pour résister aux attaques par des solutions de polissage fortement acides et fortement caustiques.
- Une famille de couches de polissage en polyuréthane est divulguée par Kulp dans le brevet US N° 8 288 448. Kulp divulgue un tampon de polissage qui comprend un matériau polymère de polyuréthane
- 25 coulé formé avec un produit réactionnel à terminaison isocyanate formé par réaction de prépolymérisation d'un polyol prépolymère et d'un isocyanate polyfonctionnel. Le produit réactionnel à terminaison isocyanate a 4,5 à 8,7 % en poids de NCO n'ayant pas réagi ; et le produit réactionnel à terminaison isocyanate est durci avec un agent durcisseur
- 30 choisi dans le groupe comprenant les polyamines durcisseuses, les polyols durcisseurs, les alcool-amines durcisseuses, et leurs mélanges.
- On a nonobstant toujours besoin de tampons de polissage chimique mécanique présentant un équilibre approprié de propriétés conférant un certain degré de planarisation tout en minimisant la
- 35 formation de défauts.

La présente invention met à disposition un tampon de polissage chimique mécanique comprenant : une couche de polissage ayant une surface de polissage, une surface de base et une épaisseur moyenne, T_{P-avg} , mesurée dans une direction perpendiculaire à la surface de polissage depuis la surface de polissage en direction de la surface de base ; dans lequel la couche de polissage est un polyuréthane coulé, le polyuréthane coulé étant le produit de la réaction d'ingrédients comprenant : (a) un prépolymère à terminaison isocyanate obtenu par la réaction de : (i) un isocyanate polyfonctionnel ; et (ii) un polyol à base de polyéther ; le prépolymère à terminaison isocyanate ayant de 8 à 9,5 % en poids de NCO n'ayant pas réagi ; (b) un agent durcisseur, l'agent durcisseur étant choisi dans le groupe constitué par les polyamines durcisseuses, les polyols durcisseurs, les alcool-amines durcisseuses et leurs mélanges ; et éventuellement (c) une pluralité de micro-éléments ; la couche de polissage présentant une densité supérieure à 0,6 ; une dureté Shore D de 60 à 90 ; et un allongement à la rupture de 100 à 300 % ; la couche de polissage présentant une stabilité hydrolytique initiale, une dimension linéaire d'un échantillon de la couche de polissage changeant de moins de 1 % après immersion dans de l'eau désionisée pendant 24 heures à 25°C ; la couche de polissage présentant une instabilité hydrolytique dans le temps, la dimension linéaire de l'échantillon de la couche de polissage changeant de 1,75 % ou plus après immersion dans de l'eau désionisée pendant sept jours à 25°C ; une couche rigide ayant une surface supérieure et une surface inférieure ; un adhésif thermofusible interposé entre la surface de base de la couche de polissage et la surface supérieure de la couche rigide ; l'adhésif thermofusible collant la couche de polissage à la couche rigide ; une couche d'adhésif sensible à la pression pour disque ayant un côté empilement et un côté disque ; le côté empilement de la couche d'adhésif sensible à la pression pour disque étant adjacent à la surface inférieure de la couche rigide ; et éventuellement une couche antiadhésive ; la couche antiadhésive optionnelle étant disposée sur le côté disque de la couche d'adhésif sensible à la pression pour disque.

La présente invention met à disposition un tampon de polissage chimique mécanique comprenant : une couche de polissage ayant une surface de polissage, une surface de base et une épaisseur moyenne,

$T_{P\text{-avg}}$, mesurée dans une direction perpendiculaire à la surface de polissage depuis la surface de polissage en direction de la surface de base ; dans lequel la couche de polissage est un polyuréthane coulé, le polyuréthane coulé étant le produit de la réaction d'ingrédients

5 comprenant : (a) un prépolymère à terminaison isocyanate obtenu par la réaction de : (i) un isocyanate polyfonctionnel ; et (ii) un polyol à base de polyéther ; le prépolymère à terminaison isocyanate ayant de 8 à 9,5 % en poids de NCO n'ayant pas réagi ; (b) un agent durcisseur, l'agent durcisseur étant choisi dans le groupe constitué par les polyamines

10 durcisseuses, les polyols durcisseurs, les alcool-amines durcisseuses et leurs mélanges ; et éventuellement (c) une pluralité de micro-éléments ; le durcisseur et le prépolymère à terminaison isocyanate ayant un rapport stœchiométrique des groupes OH ou NH₂ aux groupes NCO n'ayant pas réagi de 80 à moins de 95 % ; la couche de polissage présentant une

15 densité supérieure à 0,6 ; une dureté Shore D de 60 à 90 ; et un allongement à la rupture de 100 à 300 % ; la couche de polissage présentant une stabilité hydrolytique initiale, une dimension linéaire d'un échantillon de la couche de polissage changeant de moins de 1 % après immersion dans de l'eau désionisée pendant 24 heures à 25°C ; la couche

20 de polissage présentant une instabilité hydrolytique dans le temps, la dimension linéaire de l'échantillon de la couche de polissage changeant de 1,75% ou plus, de préférence de 1,75 % à 3,5 % après immersion dans de l'eau désionisée pendant sept jours à 25°C ; une couche rigide ayant une surface supérieure et une surface inférieure ; un adhésif

25 thermofusible interposé entre la surface de base de la couche de polissage et la surface supérieure de la couche rigide ; l'adhésif thermofusible collant la couche de polissage à la couche rigide ; une couche d'adhésif sensible à la pression pour disque ayant un côté empilement et un côté disque ; le côté empilement de la couche d'adhésif sensible à la pression

30 pour disque étant adjacent à la surface inférieure de la couche rigide ; et éventuellement une couche antiadhésive ; la couche antiadhésive optionnelle étant disposée sur le côté disque de la couche d'adhésif sensible à la pression pour disque.

35 Selon une caractéristique particulière de ce tampon, la surface supérieure et la surface inférieure de la couche rigide sont non rainurées.

Selon une autre caractéristique particulière de ce tampon, la couche rigide a un module de Young de 2500 à 7500 MPa.

La présente invention met à disposition un tampon de polissage chimique mécanique comprenant : une couche de polissage ayant une 5 surface de polissage, une surface de base et une épaisseur moyenne, T_{P-avg} , mesurée dans une direction perpendiculaire à la surface de polissage depuis la surface de polissage en direction de la surface de base ; dans lequel la couche de polissage est un polyuréthane coulé, le polyuréthane coulé étant le produit de la réaction d'ingrédients 10 comprenant : (a) un prépolymère à terminaison isocyanate obtenu par la réaction de : (i) un isocyanate polyfonctionnel ; et (ii) un polyol à base de polyéther ; le prépolymère à terminaison isocyanate ayant de 8 à 9,5 %, de préférence de 8,7% à 9% en poids de NCO n'ayant pas réagi ; (b) un agent durcisseur, l'agent durcisseur étant choisi dans le groupe constitué 15 par les polyamines durcisseuses, les polyols durcisseurs, les alcool-amines durcisseuses et leurs mélanges, de préférence une polyamine durcisseur ; et éventuellement (c) une pluralité de micro-éléments ; de préférence le durcisseur et le prépolymère à terminaison isocyanate ayant un rapport stœchiométrique des groupes OH ou NH₂ aux groupes NCO n'ayant pas 20 réagi de 80 à moins de 95 % ; la couche de polissage présentant une densité supérieure à 0,6 ; une dureté Shore D de 60 à 90, de préférence de 61 à 75 ; et un allongement à la rupture de 100 à 300 %, de préférence de 100% à 200% ; la couche de polissage présentant une 25 stabilité hydrolytique initiale, une dimension linéaire d'un échantillon de la couche de polissage changeant de moins de 1 % après immersion dans de l'eau désionisée pendant 24 heures à 25°C ; la couche de polissage présentant une instabilité hydrolytique dans le temps, la dimension linéaire de l'échantillon de la couche de polissage changeant de 1,75% ou plus, de préférence de 1,75 % à 3,5 % après immersion dans de l'eau désionisée 30 pendant sept jours à 25°C ; une couche rigide ayant une surface supérieure et une surface inférieure ; la couche rigide étant faite en un poly(téréphthalate d'éthylène) à orientation biaxiale ; la couche rigide ayant une épaisseur moyenne de 6 à 15 mils ; et la couche rigide présentant un module de Young de 3000 à 7000 MPa ; un adhésif thermofusible 35 interposé entre la surface de base de la couche de polissage et la surface supérieure de la couche rigide ; l'adhésif thermofusible collant la couche

de polissage à la couche rigide ; une couche d'adhésif sensible à la pression pour disque ayant un côté empilement et un côté disque ; le côté empilement de la couche d'adhésif sensible à la pression pour disque étant adjacent à la surface inférieure de la couche rigide ; éventuellement une 5 couche antiadhésive ; la couche antiadhésive optionnelle étant disposée sur le côté disque de la couche d'adhésif sensible à la pression pour disque ; et éventuellement une fenêtre de détection de point limite.

Selon une caractéristique particulière, la fenêtre de détection de point limite est une fenêtre solidaire.

10 Selon une autre caractéristique particulière, la fenêtre de détection de point limite est une fenêtre encastrée.

La présente invention met à disposition un tampon de polissage chimique mécanique comprenant : une couche de polissage ayant une surface de polissage, une surface de base et une épaisseur moyenne, 15 $T_{P\text{-avg}}$, mesurée dans une direction perpendiculaire à la surface de polissage depuis la surface de polissage en direction de la surface de base ; dans lequel la couche de polissage est un polyuréthane coulé, le polyuréthane coulé étant le produit de la réaction d'ingrédients comprenant : (a) un prépolymère à terminaison isocyanate obtenu par la 20 réaction de : (i) un isocyanate polyfonctionnel ; et (ii) un polyol à base de polyéther ; le prépolymère à terminaison isocyanate ayant de plus de 8,7 à 9 % en poids de NCO n'ayant pas réagi ; (b) un agent durcisseur, l'agent durcisseur étant choisi dans le groupe constitué par les polyamines durcisseuses, les polyols durcisseurs, les alcool-amines durcisseuses et 25 leurs mélanges ; et éventuellement (c) une pluralité de micro-éléments ; la couche de polissage présentant une densité supérieure à 0,6 ; une dureté Shore D de 60 à 90 ; et un allongement à la rupture de 100 à 300 % ; la couche de polissage présentant une stabilité hydrolytique initiale, une dimension linéaire d'un échantillon de la couche de polissage 30 changeant de moins de 1 % après immersion dans de l'eau désionisée pendant 24 heures à 25°C ; la couche de polissage présentant une instabilité hydrolytique dans le temps, la dimension linéaire de l'échantillon de la couche de polissage changeant de 1,75 % à 3,5 % après immersion dans de l'eau désionisée pendant sept jours à 25°C ; une couche rigide 35 ayant une surface supérieure et une surface inférieure ; un adhésif thermofusible interposé entre la surface de base de la couche de polissage

- et la surface supérieure de la couche rigide ; l'adhésif thermofusible collant la couche de polissage à la couche rigide ; une couche d'adhésif sensible à la pression pour disque ayant un côté empilement et un côté disque ; le côté empilement de la couche d'adhésif sensible à la pression pour disque étant adjacent à la surface inférieure de la couche rigide ; éventuellement une couche antiadhésive ; la couche antiadhésive optionnelle étant disposée sur le côté disque de la couche d'adhésif sensible à la pression pour disque ; et une fenêtre de détection de point limite.
- La présente invention met à disposition un procédé de polissage d'un substrat, comprenant les opérations consistant à : disposer d'un substrat qui est au moins un substrat choisi parmi un substrat magnétique, un substrat optique et un substrat semi-conducteur ; disposer d'un tampon de polissage chimique mécanique selon la présente invention ; créer un contact dynamique entre une surface de polissage de la couche de polissage et le substrat pour polir une surface du substrat ; et conditionner la surface de polissage avec un conditionneur abrasif.
- Brève description des dessins
- La Figure 1 est une représentation d'une vue en perspective d'un tampon de polissage chimique mécanique de la présente invention.
- La Figure 2 est une représentation d'une vue en élévation en coupe transversale d'un tampon de polissage chimique mécanique de la présente invention.
- La Figure 3 est une vue en plan de dessus d'un tampon de polissage chimique mécanique de la présente invention.
- La Figure 4 est une vue en perspective latérale d'un tampon de polissage de la présente invention.
- La Figure 5 est une représentation d'une vue en élévation en coupe transversale d'un tampon de polissage chimique mécanique de la présente invention.
- La Figure 6 est une vue en élévation d'un bloc-fenêtre encastré de la présente invention.
- La Figure 7 est une représentation d'une vue en élévation en coupe transversale d'un tampon de polissage chimique mécanique de la présente invention avec un bloc-fenêtre encastré.

La Figure 8 est une représentation d'une vue en élévation en coupe transversale d'un tampon de polissage chimique mécanique de la présente invention avec un bloc-fenêtre encastré.

5 La Figure 9 est une représentation d'une vue en élévation en coupe transversale d'un tampon de polissage chimique mécanique de la présente invention avec un bloc-fenêtre encastré.

La Figure 10 est une représentation d'une vue en élévation en coupe transversale d'un tampon de polissage chimique mécanique de la présente invention avec une fenêtre solidaire.

10 Description détaillée

Des couches de polissage en polyuréthane conventionnelles ont été conçues avec des matériaux en polyuréthane qui présentent à la fois une stabilité hydrolytique et une instabilité hydrolytique dans le temps. La croyance habituelle est que les matériaux en polyuréthane doivent rester 15 dimensionnellement stables suite à une immersion prolongée dans l'eau pour être utilisés dans des couches de polissage chimique mécanique. Le demandeur a trouvé de façon surprenante que le tampon de polissage chimique mécanique de la présente invention, ayant une couche de polissage présentant une densité supérieure à 0,6 ; une dureté Shore D de 20 60 à 90 ; et un allongement à la rupture de 100 à 300 % ; et une combinaison unique d'une stabilité hydrolytique initiale et d'une instabilité hydrolytique dans le temps ; offre une meilleure performance de planarisation tout en minimisant les défauts, en particulier les défauts de rayures pouvant conduire à de moindres rendements des dispositifs. 25 L'équilibre unique de propriétés que présente la couche de polissage de la présente invention permet par exemple une planarisation efficace de galettes de semi-conducteur ayant des caractéristiques en cuivre exposées, avec une formation minimale de défauts.

30 L'expression "épaisseur totale moyenne T_{T-avg} ", telle qu'utilisée ici et dans les revendications annexées en référence à un tampon de polissage chimique mécanique (10) ayant une surface de polissage (14), signifie l'épaisseur moyenne, T_T , du tampon de polissage chimique mécanique, mesurée dans une direction perpendiculaire à la surface de polissage (14) depuis la surface de polissage (14) en direction de la 35 surface inférieure (27) de la couche rigide (25) (voir les Figures 1, 2, 5 et 7 à 10).

L'expression "stabilité hydrolytique initiale", telle qu'utilisée ici et dans les revendications annexées en référence à une couche de polissage, signifie qu'une dimension linéaire d'un échantillon de la couche de polissage change de moins de 1 % après immersion dans de l'eau 5 désionisée pendant 24 heures à 25°C, telle que mesurée conformément à la procédure indiquée dans les exemples.

L'expression "stabilité hydrolytique dans le temps", telle qu'utilisée ici et dans les revendications annexées en référence à une couche de polissage, signifie qu'une dimension linéaire d'un échantillon de la couche 10 de polissage change de moins de 1,75 % après immersion dans de l'eau désionisée pendant 7 jours à 25°C, telle que mesurée conformément à la procédure indiquée dans les exemples.

L'expression "instabilité hydrolytique dans le temps", telle qu'utilisée ici et dans les revendications annexées en référence à une 15 couche de polissage, signifie qu'une dimension linéaire d'un échantillon de la couche de polissage change de 1,75 % ou plus après immersion dans de l'eau désionisée pendant 7 jours à 25°C, telle que mesurée conformément à la procédure indiquée dans les exemples.

L'expression "section transversale pratiquement circulaire", telle 20 qu'utilisée ici et dans les revendications annexées en référence à un tampon de polissage chimique mécanique (10), signifie que le rayon le plus long, r , de la section transversale depuis l'axe central (12) vers le périmètre extérieur (15) de la surface de polissage (14) de la couche de polissage (20) est $\leq 20\%$ plus long que le rayon le plus court, r , de la 25 section transversale depuis l'axe central (12) vers le périmètre extérieur (15) de la surface de polissage (14) (voir la Figure 1).

De préférence, le tampon de polissage chimique mécanique (10) de la présente invention est adapté pour tourner autour d'un axe central (12) (voir la Figure 1). De préférence, la surface de polissage (14) de la 30 couche de polissage (20) se trouve dans un plan (28) perpendiculaire à l'axe central (12). Le tampon de polissage chimique mécanique (10) est de préférence adapté pour tourner dans un plan (28) qui fait un angle γ de 35 85 à 95° avec l'axe central (12), de préférence de 90° avec l'axe central (12). De préférence, la couche de polissage (20) a une surface de polissage (14) qui a une section transversale sensiblement circulaire perpendiculaire à l'axe central (12). De préférence, le rayon r de la section

transversale de la surface de polissage (14) perpendiculaire à l'axe central (12) varie de 20 % ou moins en regard de la section transversale, mieux encore de 10 % ou moins en regard de la section transversale.

Le tampon de polissage chimique mécanique (10) de la présente invention est spécifiquement conçu pour faciliter le polissage d'un substrat qui est au moins un substrat choisi parmi un substrat magnétique, un substrat optique et un substrat semi-conducteur. De préférence, le tampon de polissage chimique mécanique (10) de la présente invention est conçu pour faciliter le polissage d'un substrat semi-conducteur. Mieux encore, le tampon de polissage chimique mécanique (10) de la présente invention est conçu pour faciliter le polissage de caractéristiques en cuivre exposées sur la surface d'un substrat en galette de semi-conducteur.

Le tampon de polissage chimique mécanique (10) de la présente invention comprend : une couche de polissage (20) ayant une surface de polissage (14), une surface de base (17) et une épaisseur moyenne, T_{P-avg} , mesurée dans une direction perpendiculaire à la surface de polissage (14) depuis la surface de polissage (14) vers la surface de base (17) ; une couche rigide (25) ayant une surface supérieure (26) et une surface inférieure (27) ; un adhésif thermofusible (23) interposé entre la surface de base (17) de la couche de polissage (20) et la surface supérieure (26) de la couche rigide (25) ; l'adhésif thermofusible (23) collant la couche de polissage (20) à la couche rigide (25) ; éventuellement un adhésif sensible à la pression pour disque (70) ; l'adhésif sensible à la pression pour disque (70) étant disposé sur la surface inférieure (27) de la couche rigide (25) (de préférence, l'adhésif sensible à la pression pour disque facultatif facilite le montage du tampon de polissage chimique mécanique sur une machine de polissage) ; éventuellement une couche antiadhésive (75) ; l'adhésif sensible à la pression pour disque (70) étant interposé entre la surface inférieure (27) de la couche rigide (25) et la couche antiadhésive (75) optionnelle ; et éventuellement une fenêtre de détection de point limite (30) (de préférence, la fenêtre de détection de point limite facilite la détection de point limite de polissage *in situ*) ; la couche de polissage (20) étant un polyuréthane coulé, le polyuréthane coulé étant le produit de la réaction d'ingrédients comprenant : (a) un prépolymère à terminaison isocyanate obtenu par la réaction de : (i) un isocyanate polyfonctionnel ; et (ii) un polyol à base de polyéther ; le prépolymère à terminaison

isocyanate ayant de 8 à 9,5 % en poids (de préférence de 8,65 % à 9,05 % en poids ; mieux encore de plus de 8,7 à 9 % en poids) de NCO n'ayant pas réagi ; (b) un agent durcisseur, l'agent durcisseur étant choisi dans le groupe constitué par les polyamines durcisseuses, les polyols 5 durcisseurs, les alcool-amines durcisseuses et leurs mélanges ; et (c) éventuellement une pluralité de micro-éléments ; la couche de polissage (20) présentant une densité supérieure à 0,6 ; une dureté Shore D de 60 à 90 (de préférence de plus de 60 à 75 ; mieux encore de 61 à 75 ; tout spécialement de plus de 65 à 70) ; et un allongement à la rupture de 100 10 à 300 % (de préférence de 100 à 200 % ; mieux encore de 125 à 175 % ; tout spécialement de 150 à 160 %) ; la couche de polissage (20) présentant une stabilité hydrolytique initiale, une dimension linéaire d'un échantillon de la couche de polissage changeant de moins de 1 % après immersion dans de l'eau désionisée pendant 24 heures à 25°C (telle que 15 mesurée conformément à la procédure indiquée dans les exemples) ; la couche de polissage (20) présentant une instabilité hydrolytique dans le temps, la dimension linéaire de l'échantillon de la couche de polissage changeant de 1,75 % ou plus (de préférence de 1,75 à 5 % ; mieux encore de 1,75 à 3,5 % ; tout spécialement de 2 à 3 %) après immersion 20 dans de l'eau désionisée pendant sept jours à 25°C (telle que mesurée conformément à la procédure indiquée dans les exemples) (voir les Figures 1 à 10).

De préférence, l'isocyanate polyfonctionnel utilisé dans la formation de la couche de polissage (20) est choisi dans le groupe 25 constitué par un isocyanate polyfonctionnel aliphatique, un isocyanate polyfonctionnel aromatique, et un mélange de ceux-ci. De préférence, l'isocyanate polyfonctionnel utilisé dans la formation de la couche de polissage (20) contient deux groupes isocyanate (c'est-à-dire NCO) réactifs. Mieux encore, l'isocyanate polyfonctionnel utilisé dans la 30 formation de la couche de polissage (20) est un diisocyanate choisi dans le groupe constitué par : le diisocyanate de 2,4-toluène ; le diisocyanate de 2,6-toluène ; le diisocyanate de 4,4'-diphénylméthane ; le 1,5-diisocyanate de naphtalène ; le diisocyanate de toluidine ; le diisocyanate de paraphénylène ; le diisocyanate de xylylène ; le diisocyanate 35 d'isophorone ; le diisocyanate d'hexaméthylène ; le diisocyanate de 4,4'-dicyclohexylméthane ; le diisocyanate de cyclohexane ; et leurs mélanges.

De façon tout spécialement préférable, l'isocyanate polyfonctionnel utilisé dans la formation de la couche de polissage (20) est un diisocyanate de toluène (de préférence un diisocyanate de toluène choisi dans le groupe constitué par le diisocyanate de 2,4-toluène ; le diisocyanate de 2,6-toluène et leurs mélanges).

De préférence, le prépolymère à terminaison isocyanate utilisé dans la formation de la couche de polissage (20) a 8 à 9,5 % en poids de groupes isocyanate (NCO) n'ayant pas réagi. Mieux encore, le prépolymère à terminaison isocyanate utilisé dans la formation de la couche de polissage (20) a 8,65 à 9,05 % en poids (tout spécialement plus de 8,7 à 9 % en poids) de groupes isocyanate (NCO) n'ayant pas réagi.

De préférence, le polyol à base de polyéther est un polyol à base de polypropylèneglycol, et il a une concentration de groupes isocyanate (NCO) n'ayant pas réagi de 8 à 9,5 % en poids (mieux encore de 8,65 à 9,05 % en poids ; tout spécialement de plus de 8,7 à 9 % en poids). Des exemples de prépolymères d'uréthane à terminaison isocyanate à base de propylèneglycol disponibles dans le commerce comprennent les prépolymères Imuthane® (disponibles chez COIM USA, Inc., tels que PPT-80A, PPT-90A, PPT-95A, PPT-65D, PPT-75D) ; les prépolymères Adiprene® (disponibles chez Chemtura, tels que LFG 963A, LFG 964A, LFG 740D) ; et les prépolymères Andur® (disponibles chez Anderson Development Company, tels que 8000APLF, 9500APLF, 6500DPLF, 7501DPLF).

De préférence, le prépolymère à terminaison isocyanate utilisé dans la formation de la couche de polissage (20) est un prépolymère d'uréthane à faible teneur en terminaison isocyanate, ayant une teneur en monomère de diisocyanate de toluène (TDI) libre inférieure à 0,1 % en poids.

De préférence, l'agent durcisseur utilisé dans la formation de la couche de polissage (20) est choisi dans le groupe constitué par les polyamines, les polyols durcisseurs, les alcool-amines durcisseuses et leurs mélanges. Mieux encore, l'agent durcisseur utilisé dans la formation de la couche de polissage (20) est choisi parmi les polyols et les polyamines.

Plus particulièrement, l'agent durcisseur utilisé dans la formation de la couche de polissage (20) est un durcisseur difonctionnel choisi dans le

groupe constitué par les amines primaires et les amines secondaires. Mieux encore, le durcisseur difonctionnel est choisi dans le groupe constitué par la diéthyltoluènediamine (DETDA) ; la 3,5-diméthylthio-2,4-toluènediamine et ses isomères ; la 3,5-diéthyltoluène-2,4-diamine et ses isomères (par exemple la 3,5-diéthyltoluène-2,6-diamine) ; le 4,4'-bis-(sec-butylamino)-diphénylméthane ; le 1,4-bis-(sec-butylamino)-benzène ; la 4,4'-méthylène-bis-(2-chloroaniline) ; la 4,4'-méthylène-bis-(3-chloro-2,6-diéthylaniline) (MCDEA) ; le di-p-aminobenzoate de poly(oxyde de tétraméthylène) ; un N,N'-dialkyldiaminodiphénylméthane ; la p,p'-méthylènedianiline (MDA) ; la m-phénylènediamine (MPDA) ; la 4,4'-méthylène-bis-2-chloroaniline (MBOCA) ; la 4,4'-méthylène-bis-(2,6-diéthylaniline) (MDEA) ; la 4,4'-méthylène-bis-(2,3-dichloroaniline) (MDCA) ; le 4,4'-diamino-3,3'-diéthyl-5,5'-diméthyldiphénylméthane ; le 2,2',3,3'-tétrachlorodiaminodiphénylméthane ; le di-p-aminobenzoate de triméthylèneglycol ; ses isomères ; et leurs mélanges. De façon tout spécialement préférable, l'agent durcisseur est la 4,4'-méthylènebis(2-chloroaniline) (MBOCA).

De préférence, le rapport stœchiométrique des groupes hydrogène actifs (c'est-à-dire la somme des groupes amino (NH_2) et des groupes hydroxyle (OH)) dans l'agent durcisseur aux groupes isocyanate (NCO) n'ayant pas réagi dans le prépolymère à terminaison isocyanate est de 80 à moins de 95 % (mieux encore de 85 à moins de 95 % ; plus particulièrement de 87 à 94 % ; tout spécialement de 89 à 92 %).

La couche de polissage (20) comprend éventuellement en outre une pluralité de micro-éléments. De préférence, la pluralité de micro-éléments est uniformément dispersée dans toute la couche de polissage (20). De préférence, la pluralité de micro-éléments est choisie parmi les bulles de gaz piégées, les matériaux polymères à cœur creux, les matériaux polymères à cœur creux rempli de liquide, les matériaux solubles dans l'eau et les matériaux à phase insoluble (par exemple l'huile minérale), ainsi que leurs combinaisons. Mieux encore, la pluralité de micro-éléments est choisie parmi les bulles de gaz piégées et les matériaux polymères à cœur creux uniformément distribués dans toute la couche de polissage (20). De préférence, la pluralité de micro-éléments a un diamètre moyen en masse inférieur à 150 μm (mieux encore inférieur à 50 μm ; tout spécialement de 10 à 50 μm). De préférence, la pluralité de

micro-éléments comprend des microballons polymères avec des parois de coque soit en polyacrylonitrile soit en un copolymère de polyacrylonitrile (par exemple Expancel® d'Akzo Nobel). De préférence, la pluralité de micro-éléments est incorporée dans la couche de polissage (20) à une porosité de 0 à 35 % en volume (mieux encore une porosité de 10 à 25 % en volume).

La couche de polissage (20) peut être dotée d'une configuration poreuse ou d'une configuration non poreuse (c'est-à-dire non remplie). De préférence, la couche de polissage (20) présente une densité supérieure à 10 0,6, telle que mesurée conformément à la norme ASTM D1622. Mieux encore, la couche de polissage (20) présente une densité de 0,6 à 1,5 (plus particulièrement de 0,7 à 1,2 ; tout spécialement de 0,95 à 1,2), telle que mesurée conformément à la norme ASTM D1622.

De préférence, la couche de polissage (20) présente une dureté 15 Shore D de 60 à 90, telle que mesurée conformément à la norme ASTM D2240. Mieux encore, la couche de polissage (20) présente une dureté Shore D de plus de 60 à 75 (plus particulièrement de 61 à 75 ; tout spécialement de plus de 65 à 70), telle que mesurée conformément à la norme ASTM D2240.

De préférence, la couche de polissage (20) présente un 20 allongement à la rupture de 100 à 300 %, tel que mesuré conformément à la norme ASTM D412. De préférence, la couche de polissage (20) présente un allongement à la rupture de 100 à 200 % (mieux encore de 125 à 175 % ; tout spécialement de 150 à 160 %), telle que mesurée 25 conformément à la norme ASTM D412.

Les personnes ayant une connaissance ordinaire de la technique 30 sauront comment sélectionner une couche de polissage (20) ayant une épaisseur, T_p , convenant pour une utilisation dans un tampon de polissage chimique mécanique (10) pour une opération de polissage donnée. De préférence, la couche de polissage (20) présente une épaisseur moyenne, T_{p-avg} , le long d'un axe (A) perpendiculaire à un plan (28) de la surface de polissage (14). Mieux encore, l'épaisseur moyenne T_{p-avg} est de 20 à 150 mils (mieux encore de 30 à 130 mils ; tout spécialement de 70 à 90 mils) (voir les Figures 2, 5 et 7 à 10).

35 De préférence, la surface de polissage (14) de la couche de polissage (20) est adaptée pour le polissage d'au moins un substrat choisi

parmi un substrat magnétique, un substrat optique et un substrat semi-conducteur (mieux encore un substrat semi-conducteur ; plus particulièrement une galette à semi-conducteur ; tout spécialement une galette à semi-conducteur ayant une surface avec des caractéristiques en 5 cuivre exposées). La surface de polissage (14) de la couche de polissage (20) présente au moins l'une parmi une macrotexture et une microtexture pour faciliter le polissage du substrat. De préférence, la surface de polissage (14) présente une macrotexture, la macrotexture étant conçue pour accomplir au moins l'une des opérations suivantes : (i) réduire au 10 moins l'hydroplanage ; (ii) influencer l'écoulement du milieu de polissage ; (iii) modifier la raideur de la couche de polissage ; (iv) réduire les effets de bords; et (v) faciliter le transfert de débris de polissage à distance de la zone entre la surface de polissage (14) et le substrat qui est poli.

La surface de polissage (14) présente de préférence une 15 macrotexture qui est au moins l'une parmi des perforations et des rainures. De préférence, les perforations peuvent s'étendre depuis la surface de polissage (14) en traversant tout ou partie de l'épaisseur de la couche de polissage (20). De préférence, les rainures sont agencées sur la surface de polissage (14) de façon qu'à la suite d'une rotation du tampon 20 (10) durant le polissage, au moins une rainure balaye le substrat. De préférence, les rainures sont choisies parmi les rainures incurvées, les rainures linéaires et leurs combinaisons. Les rainures présentent une profondeur \geq 10 mils (de préférence de 10 à 120 mils). De préférence, les rainures forment un motif de rainures qui comprend au moins deux 25 rainures ayant une combinaison d'une profondeur choisie parmi \geq 10 mils, \geq 15 mils, et 15 à 120 mils ; une largeur choisie parmi \geq 10 mils et 10 à 100 mils ; et un pas choisi parmi \geq 30 mils, \geq 50 mils, 50 à 200 mils, 70 à 200 mils, et 90 à 200 mils.

De préférence, la couche de polissage (20) contient < 1 ppm de 30 particules abrasives incorporées dans celle-ci.

De préférence, la couche rigide (25) est faite en un matériau choisi dans le groupe constitué par un polymère, un métal, un polymère renforcé, et leurs combinaisons. Mieux encore, la couche rigide (25) est faite en un polymère. Tout spécialement, la couche rigide (25) est faite en 35 un polymère choisi dans le groupe constitué par un polyester, un nylon, un époxy, un époxy renforcé de fibres de verre ; et un polycarbonate

(mieux encore un polyester ; plus particulièrement un polyester de poly(téréphthalate d'éthylène) ; tout spécialement un polyester de poly(téréphthalate d'éthylène) à orientation biaxiale).

De préférence, la couche rigide (25) a une épaisseur moyenne 5 $T_{R-avg} > 5$ à 60 mils (mieux encore de 6 à 15 mils ; tout spécialement de 6 à 8 mils).

De préférence, la surface supérieure (26) et la surface inférieure (27) de la couche rigide (25) sont toutes deux non rainurées. Mieux encore, la surface supérieure (26) et la surface inférieure (27) sont toutes 10 deux lisses. Tout spécialement, la surface supérieure (26) et la surface inférieure (27) ont une rugosité, Ra, de 1 à 500 nm (de préférence de 1 à 100 nm ; mieux encore de 10 à 50 nm ; tout spécialement de 20 à 40 nm) 15 telle que déterminée au moyen d'un profilomètre optique.

De préférence, la surface supérieure (26) de la couche rigide (25) 20 est traitée avec un promoteur d'adhérence destiné à améliorer l'adhérence entre la couche rigide (25) et l'adhésif thermofusible réactif (23). Les personnes ayant une connaissance ordinaire de la technique sauront comment sélectionner un promoteur d'adhérence approprié en fonction du matériau de construction de la couche rigide (25) et de la composition de l'adhésif thermofusible (23).

De préférence, la couche rigide (25) présente un module de Young, mesuré conformément à la norme ASTM D882-12, ≥ 100 MPa (mieux encore de 1 000 à 10 000 MPa ; plus particulièrement de 2 500 à 25 7 500 MPa ; tout spécialement de 3 000 à 7 000 MPa).

De préférence, la couche rigide (25) présente une fraction de vide < 0,1 % en volume (mieux encore < 0,01 % en volume).

De préférence, la couche rigide (25) est faite en un poly(téréphthalate d'éthylène) à orientation biaxiale ayant une épaisseur moyenne de 6 à 15 mils ; et un module de Young, mesuré conformément 30 à la norme ASTM D882-12, de 2 500 à 7 500 MPa (tout spécialement de 3 000 à 7 000 MPa).

Les personnes ayant une connaissance ordinaire de la technique 35 sauront comment sélectionner un adhésif thermofusible (23) approprié pour une utilisation dans le tampon de polissage chimique mécanique (10). De préférence, l'adhésif thermofusible (23) est un adhésif thermofusible réactif durci. Mieux encore, l'adhésif thermofusible (23) est

un adhésif thermofusible réactif durci qui présente un point de fusion à l'état non durci de 50 à 150°C, de préférence de 115 à 135°C, et une durée de conservation \leq 90 minutes après fonte. De façon tout spécialement préférée, l'adhésif thermofusible (23) dans son état non durci comprend une résine de polyuréthane (par exemple Mor-Melt™ R5003 disponible chez Rohm and Haas).

Le tampon de polissage chimique mécanique (10) est de préférence adapté pour être interfacé avec un disque d'une machine de polissage. De préférence, le tampon de polissage chimique mécanique (10) est adapté pour être fixé au disque d'une machine de polissage. Le tampon de polissage chimique mécanique (10) peut être fixé au disque par au moins l'un parmi un adhésif sensible à la pression et un vide.

De préférence, le tampon de polissage chimique mécanique (10) comprend une couche d'adhésif sensible à la pression pour disque (70) appliquée à la surface inférieure (27) de la couche rigide (25). Les personnes ayant une connaissance ordinaire de la technique sauront comment sélectionner un adhésif sensible à la pression approprié pour une utilisation en tant que couche d'adhésif sensible à la pression pour disque (70). De préférence, le tampon de polissage chimique mécanique (10) va aussi comprendre une couche antiadhésive (75) appliquée au-dessus de la couche d'adhésif sensible à la pression pour disque (70), la couche d'adhésif sensible à la pression pour disque (70) étant interposée entre la surface inférieure (27) de la couche rigide (25) et la couche antiadhésive (75) (voir les Figures 2 et 7 à 10).

Une étape importante dans les opérations de polissage de substrat est la détermination d'un point limite pour le procédé. Un procédé *in situ* populaire pour la détection de point limite met en jeu l'opération consistant à dorer un tampon de polissage d'une fenêtre qui est transparente à des longueurs d'onde de lumière sélectionnées. Durant le polissage, un faisceau lumineux est dirigé à travers la fenêtre en direction de la surface de la galette, où elle se reflète et retraverse la fenêtre vers un détecteur (par exemple un spectrophotomètre). Sur la base du signal de retour, des propriétés de la surface du substrat (par exemple l'épaisseur des films sur celle-ci) peuvent être déterminées pour une détection de point limite. Pour faciliter ces procédés de point limite basés sur la lumière, le tampon de polissage chimique mécanique (10) de la

- présente invention comprend éventuellement en outre une fenêtre de détection de point limite (30). De préférence, la fenêtre de détection de point limite est choisie parmi une fenêtre solidaire (34) incorporée dans la couche de polissage (20) ; et un bloc-fenêtre encastré (32), incorporé 5 dans le tampon de polissage chimique mécanique (10) (voir les Figures 1 à 10). Les personnes ayant une connaissance ordinaire de la technique sauront sélectionner un matériau de construction approprié pour la fenêtre de détection de point limite pour une utilisation dans le procédé de polissage prévu.
- 10 De préférence, la fenêtre de détection de point limite utilisée dans le tampon de polissage chimique mécanique (10) de la présente invention est une fenêtre solidaire (34) incorporée dans la couche de polissage (20). De préférence, le tampon de polissage chimique mécanique (10) contenant la fenêtre solidaire (34) comprend : une couche de polissage 15 (20) ayant une surface de polissage (14), une surface de base (17) et une épaisseur moyenne, T_{P-avg} , mesurée dans une direction perpendiculaire à la surface de polissage (14) depuis la surface de polissage (14) vers la surface de base (17) ; une couche rigide (25) ayant une surface supérieure (26) et une surface inférieure (27) ; un adhésif thermofusible (23) interposé entre la surface de base (17) de la couche de polissage (20) et la surface supérieure (26) de la couche rigide (25) ; l'adhésif thermofusible (23) collant la couche de polissage (20) à la couche rigide (25) ; un adhésif sensible à la pression pour disque (70) ; une couche 20 antiadhésive (75) ; l'adhésif sensible à la pression pour disque (70) étant interposé entre la surface inférieure (27) de la couche rigide (25) et la couche antiadhésive (75) ; et la fenêtre solidaire (34) incorporée dans la couche de polissage (20) ; la couche de polissage (20) étant un polyuréthane coulé, le polyuréthane coulé étant le produit de la réaction d'ingrédients comprenant : (a) un prépolymère à terminaison isocyanate 25 obtenu par la réaction de : (i) un isocyanate polyfonctionnel ; et (ii) un polyol à base de polyéther ; le prépolymère à terminaison isocyanate ayant de 8 à 9,5 % en poids (de préférence de 8,65 à 9,05 % en poids ; tout spécialement de plus de 8,7 à 9 % en poids) de NCO n'ayant pas réagi ; (b) un agent durcisseur, l'agent durcisseur étant choisi dans le groupe constitué par les polyamines durcisseuses, les polyols durcisseurs, 30 les alcool-amines durcisseuses et leurs mélanges ; et (c) éventuellement
- 35

une pluralité de micro-éléments ; la couche de polissage (20) présentant une densité supérieure à 0,6 ; une dureté Shore D de 60 à 90 ; (de préférence de plus de 60 à 75 ; mieux encore de 61 à 75 ; tout spécialement de plus de 65 à 70) ; et un allongement à la rupture de 100 à 300 % (de préférence de 100 à 200 % ; mieux encore de 125 à 175 % ; tout spécialement de 150 à 160 %) ; la couche de polissage (20) présentant une stabilité hydrolytique initiale, une dimension linéaire d'un échantillon de la couche de polissage changeant de moins de 1 % après immersion dans de l'eau désionisée pendant 24 heures à 25°C (comme mesuré conformément au procédé décrit dans les exemples) ; la couche de polissage (20) présentant une instabilité hydrolytique dans le temps, la dimension linéaire de l'échantillon de la couche de polissage changeant de 1,75 % ou plus (de préférence de 1,75 à 5 % ; mieux encore de 1,75 à 3,5 % ; tout spécialement de 2 à 3 %) après immersion dans de l'eau désionisée pendant sept jours à 25°C (comme mesuré conformément au procédé décrit dans les exemples) ; la couche de polissage (20) ayant une surface de polissage (14) adaptée pour polir un substrat. La fenêtre solidaire (34) a de préférence une épaisseur T_w , mesurée le long d'un axe B perpendiculaire au plan (28) de la surface de polissage (14) (voir la Figure 10). De préférence, la fenêtre solidaire (34) a une épaisseur moyenne T_{w-avg} , le long d'un axe (B) perpendiculaire au plan (28) de la surface de polissage (25), l'épaisseur de fenêtre moyenne T_{w-avg} étant égale à l'épaisseur moyenne T_{p-avg} de la couche de polissage (20) (voir la Figure 10).

De préférence, la fenêtre de détection de point limite utilisée dans le tampon de polissage chimique mécanique (10) de la présente invention est un bloc-fenêtre encastré (32). De préférence, le tampon de polissage chimique mécanique (10) contenant le bloc-fenêtre encastré (32) comprend : une couche de polissage (20) ayant une surface de polissage (14), une surface de base (17) et une épaisseur moyenne, T_{p-avg} , mesurée dans une direction perpendiculaire à la surface de polissage (14) depuis la surface de polissage (14) vers la surface de base (17) ; une couche rigide (25) ayant une surface supérieure (26) et une surface inférieure (27) ; un adhésif thermofusible (23) interposé entre la surface de base (17) de la couche de polissage (20) et la surface supérieure (26) de la couche rigide (25) ; l'adhésif thermofusible (23) collant la couche de polissage (20) à la

couche rigide (25) ; un adhésif sensible à la pression pour disque (70) ; une couche antiadhésive (75) ; l'adhésif sensible à la pression pour disque (70) étant interposé entre la surface inférieure (27) de la couche rigide (25) et la couche antiadhésive (75) ; et un bloc-fenêtre encastré (32) 5 incorporé dans le tampon de polissage chimique mécanique (10) ; la couche de polissage (20) étant en un polyuréthane coulé, le polyuréthane coulé étant le produit de la réaction d'ingrédients comprenant : (a) un prépolymère à terminaison isocyanate obtenu par la réaction de : (i) un isocyanate polyfonctionnel ; et (ii) un polyol à base de polyéther ; le 10 prépolymère à terminaison isocyanate ayant de 8 à 9,5 % en poids (de préférence de 8,65 % à 9,05 % en poids ; mieux encore de plus de 8,7 à 9,00 % en poids) de NCO n'ayant pas réagi ; (b) un agent durcisseur, l'agent durcisseur étant choisi dans le groupe constitué par les polyamines durcisseuses, les polyols durcisseurs, les alcool-amines durcisseuses et 15 leurs mélanges ; et (c) éventuellement une pluralité de micro-éléments ; la couche de polissage (20) présentant une densité supérieure à 0,6 ; une dureté Shore D de 60 à 90 (de préférence de plus de 60 à 75 ; mieux encore de 61 à 75 ; tout spécialement de plus de 65 à 70) ; et un allongement à la rupture de 100 à 300 % (de préférence de 100 à 20 200 % ; mieux encore de 125 à 175 % ; tout spécialement de 150 à 160 %) ; la couche de polissage (20) présentant une stabilité hydrolytique initiale, une dimension linéaire d'un échantillon de la couche de polissage changeant de moins de 1 % après immersion dans de l'eau désionisée pendant 24 heures à 25°C (comme mesuré conformément au procédé 25 décrit dans les exemples) ; la couche de polissage (20) présentant une instabilité hydrolytique dans le temps, la dimension linéaire de l'échantillon de la couche de polissage changeant de 1,75 % ou plus (de préférence de 1,75 à 5 % ; mieux encore de 1,75 à 3,5 % ; tout spécialement de 2 à 3 %) après immersion dans de l'eau désionisée pendant sept jours à 25°C 30 (comme mesuré conformément au procédé décrit dans les exemples) ; la couche de polissage (20) ayant une surface de polissage (14) adaptée pour polir un substrat ; lequel tampon de polissage chimique mécanique (10) a une ouverture traversante (35) qui s'étend à travers le tampon de polissage chimique mécanique (10) depuis la surface de polissage (14) de 35 la couche de polissage (20) en traversant la surface inférieure (27) de la couche rigide (25) ; dans lequel le bloc-fenêtre encastré (30) est disposé à

l'intérieur de l'ouverture traversante (35) ; et dans lequel le bloc-fenêtre encastré (30) est fixé à l'adhésif sensible à la pression pour disque (70). Le bloc-fenêtre encastré (30) a une épaisseur, T_w , mesurée le long d'un axe, B, perpendiculaire au plan (28) de la surface de polissage (14) (voir les Figures 5 à 7). De préférence, le bloc-fenêtre encastré (30) a une épaisseur de fenêtre moyenne, T_{w-avg} , le long d'un axe (B) perpendiculaire au plan (28) de la surface de polissage (25), l'épaisseur de fenêtre moyenne, T_{w-avg} , étant dans les 5 mils par rapport à l'épaisseur totale moyenne, T_{T-avg} , du tampon de polissage chimique mécanique (10) (voir la Figure 7). Mieux encore, le bloc-fenêtre encastré (30) a une épaisseur de fenêtre moyenne, T_{w-avg} , de 5 mils à $< T_{T-avg}$. Plus particulièrement, le bloc-fenêtre encastré (30) a une épaisseur de fenêtre moyenne, T_{w-avg} , de 5 mils à 75 mils (encore plus particulièrement de 15 à 50 mils ; tout spécialement de 20 à 40 mils) (voir les Figures 5 à 7).

De préférence, la fenêtre de détection de point limite utilisée dans le tampon de polissage chimique mécanique (10) est un bloc-fenêtre encastré (32). De préférence, le tampon de polissage chimique mécanique (10) contenant le bloc-fenêtre encastré (32) comprend : une couche de polissage (20) ayant une surface de polissage (14), une surface de base (17), une épaisseur moyenne, T_{p-avg} , mesurée dans une direction perpendiculaire à la surface de polissage (14) depuis la surface de polissage (14) vers la surface de base (17), et une ouverture de contre-alésage (40) qui agrandit un passage traversant (35) qui s'étend à travers l'épaisseur T_p de la couche de polissage (20), l'ouverture de contre-alésage (40) s'ouvrant sur la surface de polissage (14) et formant un épaulement (45) à une interface entre l'ouverture de contre-alésage (40) et le passage traversant (35) à une profondeur D_0 le long d'un axe B parallèle à un axe A et perpendiculaire au plan (28) de la surface de polissage (14) (voir les Figures 1, 4, 6 et 8). De préférence, l'épaulement (45) est parallèle à la surface de polissage (14). De préférence, l'ouverture de contre-alésage définit un volume cylindrique avec un axe qui est parallèle à l'axe (A). De préférence, l'ouverture de contre-alésage définit un volume non cylindrique. De préférence, le bloc-fenêtre encastré (32) est disposé à l'intérieur de l'ouverture de contre-alésage (40). De préférence, le bloc-fenêtre encastré (32) est disposé à l'intérieur de l'ouverture de contre-alésage (40) et adhère à la couche de polissage

- (20). De préférence, le bloc-fenêtre encastré (32) adhère à la couche de polissage (20) au moyen d'au moins l'un parmi un soudage aux ultrasons et un adhésif. De préférence, la profondeur moyenne de l'ouverture de contre-alésage, D_{O-avg} , le long d'un axe B parallèle à un axe A et perpendiculaire au plan (28) de la surface de polissage (14), est de 5 à 75 mils (de préférence de 10 à 60 mils ; mieux encore de 15 à 50 mils ; tout spécialement de 20 à 40 mils). De préférence, la profondeur moyenne de l'ouverture de contre-alésage, D_{O-avg} , est inférieure ou égale à l'épaisseur moyenne, T_{W-avg} , du bloc-fenêtre encastré (32) (voir les Figures 6 et 8).
- 5 Mieux encore, la profondeur moyenne de l'ouverture de contre-alésage, D_{O-avg} , satisfait à l'expression suivante :
- 10 10 Mieux encore, la profondeur moyenne de l'ouverture de contre-alésage, D_{O-avg} , satisfait à l'expression suivante :

$$0,90*T_{W-avg} \leq D_{O-avg} \leq T_{W-avg}.$$

Mieux encore, la profondeur moyenne de l'ouverture de contre-alésage, D_{O-avg} , satisfait à l'expression suivante :

15 $0,95*T_{W-avg} \leq D_{O-avg} < T_{W-avg}.$

De préférence, la fenêtre de détection de point limite utilisée dans le tampon de polissage chimique mécanique (10) de la présente invention est un bloc-fenêtre encastré (32). De préférence, le tampon de polissage chimique mécanique (10) contenant le bloc-fenêtre encastré (32) comprend : une couche de polissage (20) ayant une surface de polissage (14), une surface de base (17), une épaisseur moyenne, T_{P-avg} , mesurée dans une direction perpendiculaire à la surface de polissage (14) depuis la surface de polissage (14) vers la surface de base (17), et une ouverture de couche de polissage (37) qui agrandit un passage traversant (35) qui s'étend à travers l'épaisseur totale T_T du tampon de polissage chimique mécanique (10), l'ouverture de couche de polissage (37) s'ouvrant sur la surface de polissage (14) et formant un plateau (55) sur la surface supérieure (26) de la couche rigide (25) à une interface entre l'ouverture de couche de polissage (37) et le passage traversant (35) à une profondeur D_O le long d'un axe B parallèle à un axe A et perpendiculaire au plan (28) de la surface de polissage (14) (voir les Figures 1, 4, 6 et 9). De préférence, le seuil (55) est parallèle à la surface de polissage (14). De préférence, l'ouverture de couche de polissage (37) définit un volume cylindrique avec un axe qui est parallèle à l'axe (A). De préférence, l'ouverture de couche de polissage (37) définit un volume non cylindrique. De préférence, le bloc-fenêtre encastré (32) est disposé à l'intérieur de

l'ouverture de couche de polissage (37). De préférence, le bloc-fenêtre encastré (32) est disposé à l'intérieur de l'ouverture de couche de polissage (37) et adhère à la surface supérieure (26) de la couche rigide (25). De préférence, le bloc-fenêtre encastré (32) adhère à la surface supérieure (26) de la couche rigide (25) au moyen d'au moins l'un parmi un soudage aux ultrasons et un adhésif. De préférence, la profondeur moyenne de l'ouverture de contre-alésage, D_{O-avg} , le long d'un axe B parallèle à un axe A et perpendiculaire au plan (28) de la surface de polissage (14), est de 5 à 75 mils (de préférence de 10 à 60 mils ; mieux 10 encore de 15 à 50 mils ; tout spécialement de 20 à 40 mils). De préférence, la profondeur moyenne de l'ouverture de contre-alésage, D_{O-avg} , est inférieure ou égale à l'épaisseur moyenne, T_{W-avg} , du bloc-fenêtre encastré (32) (voir les Figures 6 et 9). Mieux encore, la profondeur moyenne de l'ouverture de contre-alésage, D_{O-avg} , satisfait à l'expression suivante :

$$0,90*T_{W-avg} \leq D_{O-avg} \leq T_{W-avg}.$$

Mieux encore, la profondeur moyenne de l'ouverture de contre-alésage, D_{O-avg} , satisfait à l'expression suivante :

$$0,95*T_{W-avg} \leq D_{O-avg} < T_{W-avg}.$$

20 Certains modes de réalisation de la présente invention vont maintenant être décrits en détail dans les exemples qui suivent.

Exemple 1 : préparation de couche de polissage

On prépare un gâteau de polyuréthane coulé en mélangeant de manière contrôlée (a) un prépolymère à terminaison isocyanate, à 51°C, 25 obtenu par la réaction d'un isocyanate polyfonctionnel (c'est-à-dire du diisocyanate de toluène) et d'un polyol à base de polyéther (c'est-à-dire Adiprene® LFG740D disponible dans le commerce chez Chemtura Corporation); (b) un agent durcisseur à 116°C (c'est-à-dire la 4,4'-méthylènebis(2-chloroaniline)) ; et (c) 0,3 % en poids d'une pluralité de 30 micro-éléments (c'est-à-dire des microsphères Expance® 551DE40d42 disponibles dans le commerce chez Akzo Nobel). Le rapport du prépolymère à terminaison isocyanate à l'agent durcisseur est établi de façon que la stoechiométrie, telle que définie par le rapport des groupes hydrogène actifs (c'est-à-dire la somme des groupes -OH et des groupes 35 -NH₂) dans l'agent durcisseur aux groupes isocyanate (NCO) n'ayant pas réagi dans le prépolymère à terminaison isocyanate soit de 91 %. On

mélange la pluralité de micro-éléments dans le prépolymère à terminaison isocyanate avant d'ajouter l'agent durcisseur. Puis on mélange ensemble le prépolymère à terminaison isocyanate avec la pluralité de micro-éléments incorporée et l'agent durcisseur en utilisant une tête de mélange 5 sous fort cisaillement. Après avoir retiré la tête de mélange, on délivre la combinaison, sur une période de 5 minutes, dans un moule circulaire ayant un diamètre de 86,4 cm (34 pouces) pour obtenir une épaisseur versée totale d'environ 8 cm (3 pouces). On laisse la combinaison délivrée gélifier pendant 15 minutes avant de placer le moule dans un four 10 durcisseur. Puis on durcit le moule dans le four durcisseur en utilisant le cycle suivant : 30 minutes de montée en température du point de consigne du four, de la température ambiante à 104°C, puis maintien pendant 15,5 heures avec un point de consigne du four de 104°C, et ensuite 2 heures de baisse de température du point de consigne du four 15 de 104°C jusqu'à 21°C.

On retire ensuite du four les gâteaux de polyuréthane durcis et on les forme (on les coupe en utilisant une lame mobile) à une température de 30 à 80°C en de multiples couches de polissage ayant une épaisseur moyenne T_{P-avg} de 2,0 mm (80 mils). On effectue le formage en 20 commençant par le haut de chaque gâteau.

Analyse des propriétés de la couche de polissage

On analyse le matériau de couche de polissage non rainuré préparé conformément à l'Exemple 1 pour déterminer ses propriétés physiques comme rapporté dans le Tableau 1. On note que la densité 25 rapportée est déterminée par rapport à l'eau pure, conformément à la norme ASTM D1622 ; la dureté Shore D rapportée est déterminée conformément à la norme ASTM D2240.

On mesure les propriétés en traction de la couche de polissage (c'est-à-dire la résistance à la traction moyenne, l'allongement à la rupture 30 moyen, le module moyen, la ténacité) conformément à la norme ASTM D412 en utilisant un testeur mécanique Alliance RT/5 disponible chez MTS Systems Corporation à une vitesse de tête d'équerre de 50,8 cm/min. Tous les tests sont effectués dans un laboratoire régulé en température et humidité, à 23°C et sous une humidité relative de 50 %. 35 Tous les échantillons de test sont conditionnés dans les conditions de laboratoire indiquées pendant 5 jours avant que le test soit effectué. La

résistance à la traction moyenne (MPa) et l'allongement à la rupture moyen (%) rapportés pour le matériau de couche de polissage sont déterminés d'après des courbes de contrainte-déformation de cinq échantillons répliqués.

- 5 On mesure le module au stockage G' et le module de perte G'' du matériau de couche de polissage conformément à la norme ASTM D5279-08 en utilisant un rhéomètre TA Instruments ARES avec des fixations à torsion. Pour réguler la température sous la température ambiante, on utilise de l'azote liquide connecté à l'instrument. On mesure
10 la réponse viscoélastique linéaire des échantillons à une fréquence de test de 10 rad/s (1,59 Hz) avec une vitesse de montée en température de 3°C/min de -100°C à 200°C. On découpe des échantillons de test par estampage dans la couche de polissage en utilisant une filière de 47,5 mm x 7 mm sur une machine de coupe à bras oscillant hydraulique
15 Indusco, puis on les coupe à une longueur d'environ 35 mm avec des ciseaux.

Tableau 1

Propriété de la couche de polissage	Matériau de couche de polissage de l'Exemple 1
Dureté Shore D 15 s	66,0
G' à 30°C	241,0 MPa
G' à 40°C	210,6 MPa
G'' à 40°C	15,9 MPa
G' à 30°C/ G' à 90°C	2,5
G' à 90°C	95,5 MPa
Résistance à la traction moyenne	33,2 MPa
Allongement à la rupture moyen	155,3 %
Module moyen	391,0 MPa
Ténacité	44,5 MPa
Densité	1,072

Analyse de stabilité hydrolytique

- 20 On analyse ensuite le matériau de couche de polissage non rainuré préparé conformément à l'Exemple 1 pour déterminer s'il présente une stabilité hydrolytique initiale et une instabilité hydrolytique dans le temps. On analyse aussi trois matériaux de couche de polissage

disponibles dans le commerce (c'est-à-dire le matériau de couche de polissage IC1000™ ; le matériau de couche de polissage VisionPad™ 3100, et le matériau de couche de polissage VisionPad™, tous disponibles chez Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc.). Les spécifications de 5 tampons du commerce pour les matériaux de couche de polissage du commerce sont présentées dans le Tableau 2. De façon spécifique, on mesure initialement des échantillons de 1,5" x 1,5" de chacun des matériaux de couche de polissage épais de 2 mm le long des deux dimensions de 1,5" (c'est-à-dire les dimensions x et y) en utilisant un pied 10 à coulisse. Puis on immerge les échantillons dans de l'eau désionisée à 25°C. On mesure de nouveau les échantillons le long des deux dimensions x et y en utilisant un pied à coulisse après 24 heures d'immersion et sept jours d'immersion. Les résultats de ces mesures sont présentés dans le Tableau 3.

15 Tableau 2

Matériau de tampon	Spécifications de tampons du commerce			
	SG moyenne ^D		Dureté Shore D	
	LSL ^E	USL ^F	LSL ^E	USL ^F
IC1000™ A2	0,74	0,85	52	62
VP3100™	0,76	0,84	42,5	49,5
VP5200™	0,64	0,70	44	60

^D "SG" signifie densité

^E "LSL" signifie limite de spécification inférieure

^F "USL" signifie limite de spécification supérieure

20 Tableau 3

Matériau	Mesure linéaire (en pouces)			24 h	7 jours
	Initiale	24 h	7 jours	% Δ	% Δ
Ex. 1 (x)	1,52	1,53	1,56	0,66	2,63
Ex. 1 (y)	1,51	1,52	1,55	0,66	2,65
IC1000™ A2 (x)	1,52	1,52	1,53	0	0,66
IC1000™ A2 (y)	1,51	1,52	1,52	0,66	0,66
VP3100™ (x)	1,51	1,52	1,52	0,66	0,66
VP3100™ (y)	1,52	1,52	1,52	0	0

VP5200 TM (x)	1,52	1,52	1,53	0	0,66
VP5200 TM (y)	1,52	1,52	1,53	0	0,66

REVENDICATIONS

1. Tampon de polissage chimique mécanique (10) comprenant :
 - 5 une couche de polissage (20) ayant une surface de polissage (14), une surface de base (17) et une épaisseur moyenne, T_{P-avg} , mesurée dans une direction perpendiculaire à la surface de polissage depuis la surface de polissage (14) en direction de la surface de base (17) ; dans lequel la couche de polissage (20) est un polyuréthane coulé, 10 le polyuréthane coulé étant le produit de la réaction d'ingrédients comprenant :
 - (a) un prépolymère à terminaison isocyanate obtenu par la réaction de :
 - 15 (i) un isocyanate polyfonctionnel ; et
 - (ii) un polyol à base de polyéther ; le prépolymère à terminaison isocyanate ayant de 8 à 9,5 % en poids de NCO n'ayant pas réagi ;
 - (b) un agent durcisseur, l'agent durcisseur étant choisi dans le groupe constitué par les polyamines durcisseuses, les polyols durcisseurs, 20 les alcool-amines durcisseuses et leurs mélanges ; et éventuellement (c) une pluralité de micro-éléments ; la couche de polissage (20) présentant une densité supérieure à 0,6 ; une dureté Shore D de 60 à 90 ; et un allongement à la rupture de 100 à 300 % ;
 - 25 la couche de polissage (20) présentant une stabilité hydrolytique initiale, une dimension linéaire d'un échantillon de la couche de polissage changeant de moins de 1 % après immersion dans de l'eau désionisée pendant 24 heures à 25°C ; la couche de polissage (20) présentant une instabilité hydrolytique 30 dans le temps, la dimension linéaire de l'échantillon de la couche de polissage changeant de 1,75 % ou plus après immersion dans de l'eau désionisée pendant sept jours à 25°C ; une couche rigide (25) ayant une surface supérieure (26) et une 35 surface inférieure (27) ;
 - 35 un adhésif thermofusible (23) interposé entre la surface de base (17) de la couche de polissage (20) et la surface supérieure (26) de la

- couche rigide (25) ; l'adhésif thermofusible (23) collant la couche de polissage (20) à la couche rigide (25) ;
- une couche d'adhésif sensible à la pression pour disque (70) ayant un côté empilement et un côté disque ; le côté empilement de la couche d'adhésif sensible à la pression pour disque (70) étant adjacent à la surface inférieure (27) de la couche rigide (25) ; et
- 5 éventuellement une couche antiadhésive (75) ; la couche antiadhésive (75) optionnelle étant disposée sur le côté disque de la couche d'adhésif sensible à la pression pour disque (70).
- 10 2. Tampon de polissage chimique mécanique (10) selon la revendication 1, dans lequel le durcisseur et le prépolymère à terminaison isocyanate ont un rapport stœchiométrique des groupes OH ou NH₂ aux groupes NCO n'ayant pas réagi de 80 à moins de 95 %.
- 15 3. Tampon de polissage chimique mécanique (10) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la surface supérieure (26) et la surface inférieure (27) de la couche rigide (25) sont non rainurées.
- 20 4. Tampon de polissage chimique mécanique (10) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la couche rigide (25) a un module de Young de 2500 à 7500 MPa.
- 25 5. Tampon de polissage chimique mécanique (10) selon la revendication 2, dans lequel la couche rigide (25) est faite en un poly(téréphthalate d'éthylène) à orientation biaxiale ; dans lequel la couche rigide a une épaisseur moyenne de 6 à 15 mils ; dans lequel la couche rigide présente un module de Young de 3000 à 7000 MPa.
- 30 6. Tampon de polissage chimique mécanique (10) selon la revendication 5, dans lequel le polyuréthane coulé est le produit de la réaction d'ingrédients comprenant : (a) le prépolymère à terminaison isocyanate obtenu par la réaction de : (i) l'isocyanate polyfonctionnel ; et (ii) le polyol à base de polyéther ; dans lequel le prépolymère à terminaison isocyanate a de plus de 8,7 à 9 % en poids de NCO n'ayant pas réagi ; (b) l'agent durcisseur, l'agent durcisseur étant une polyamine
- 35

durcisseuse ; et (c) la pluralité de micro-éléments ; et dans lequel la couche de polissage présente une densité supérieure à 0,6 ; une dureté Shore D de 61 à 75 ; et un allongement à la rupture de 100 à 200 %.

5 7. Tampon de polissage chimique mécanique (10) selon la revendication 6, comprenant en outre une fenêtre de détection de point limite (30).

10 8. Tampon de polissage chimique mécanique (10) selon la revendication 7, dans lequel la fenêtre de détection de point limite (30) est une fenêtre solidaire.

15 9. Tampon de polissage chimique mécanique (10) selon la revendication 7, dans lequel la fenêtre de détection de point limite (30) est une fenêtre encastrée.

10. Procédé pour polir un substrat, comprenant les opérations consistant à :

20 disposer d'un substrat qui est au moins un substrat choisi parmi un substrat magnétique, un substrat optique et un substrat semi-conducteur ;

 disposer d'un tampon de polissage chimique mécanique (10) selon la revendication 1 ;

25 créer un contact dynamique entre une surface de polissage (14) de la couche de polissage (20) et le substrat pour polir une surface du substrat ; et

 conditionner la surface de polissage (14) avec un conditionneur abrasif.

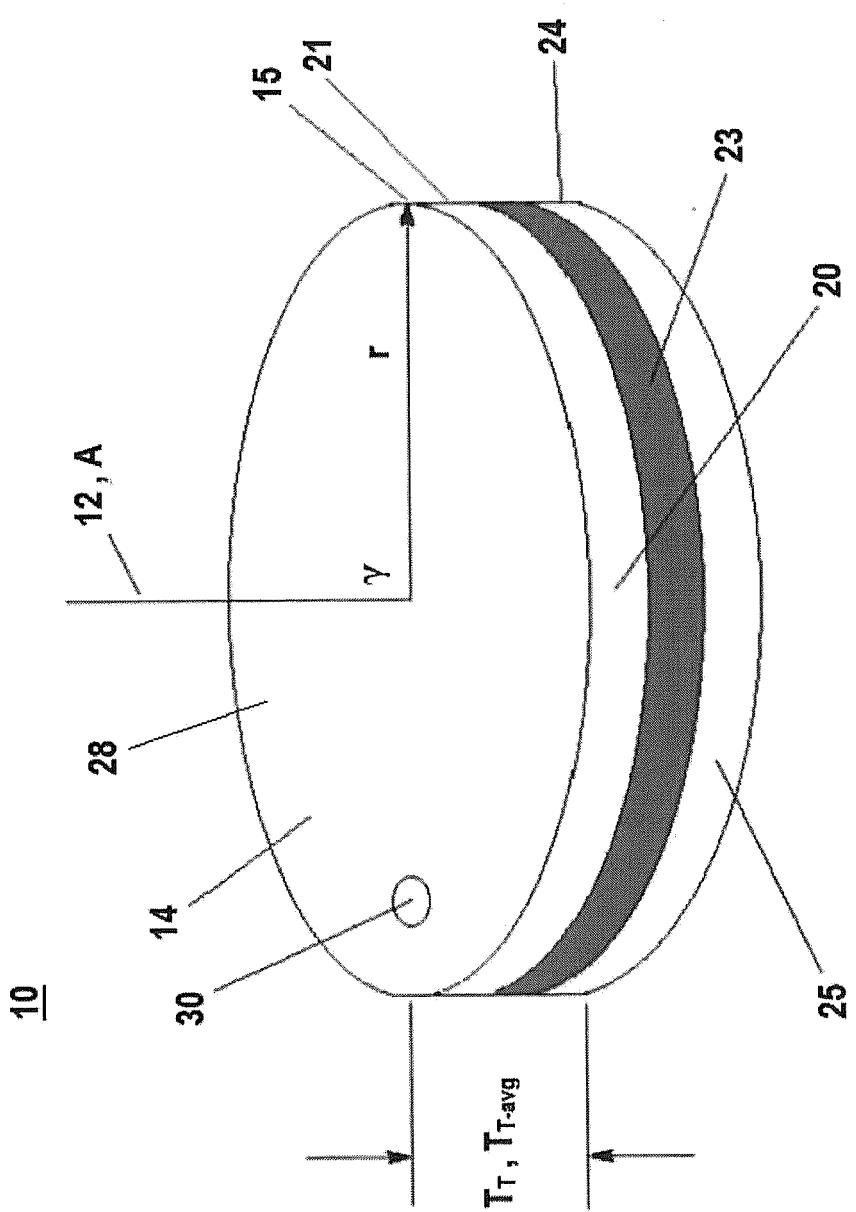


Figure 1

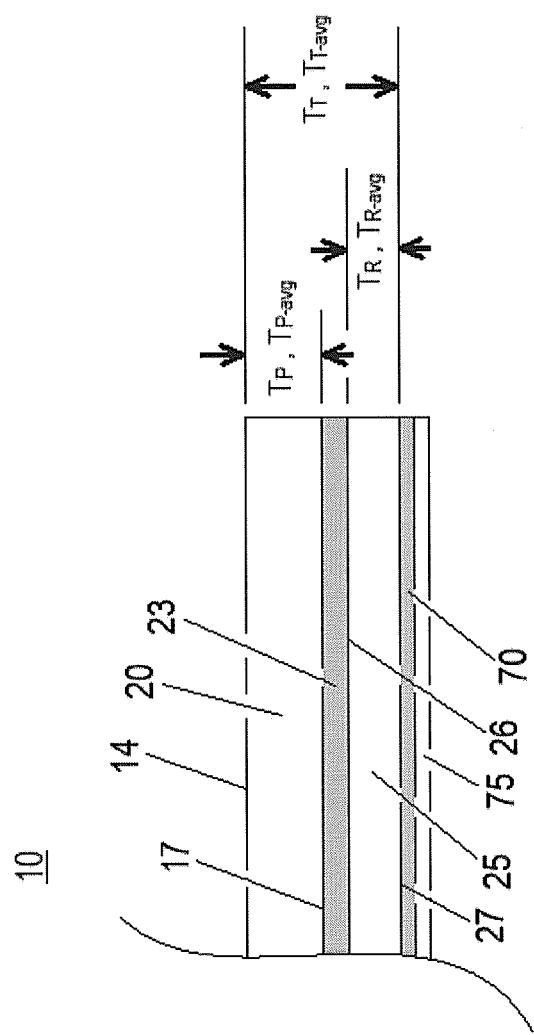


Figure 2

3/10

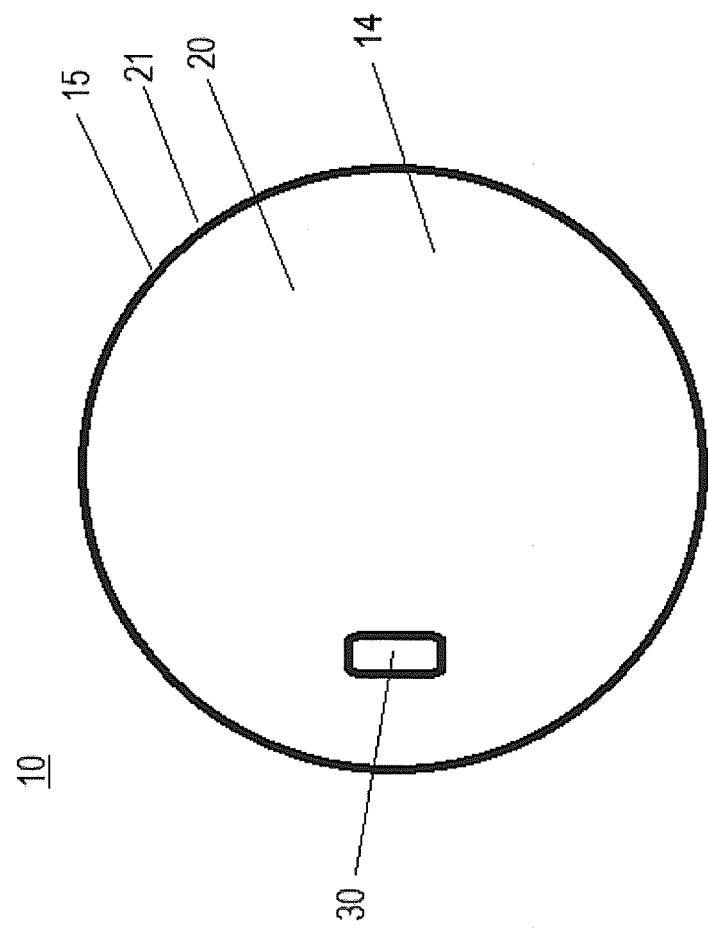


Figure 3

4/10

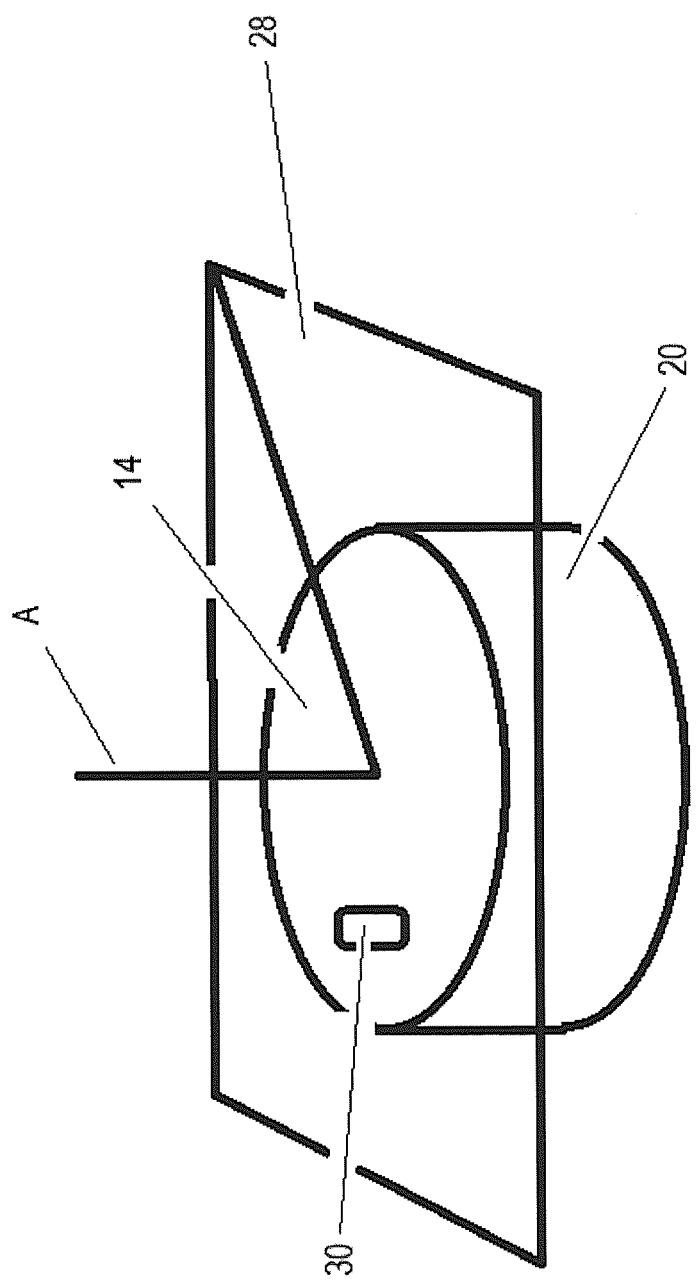


Figure 4

5/10

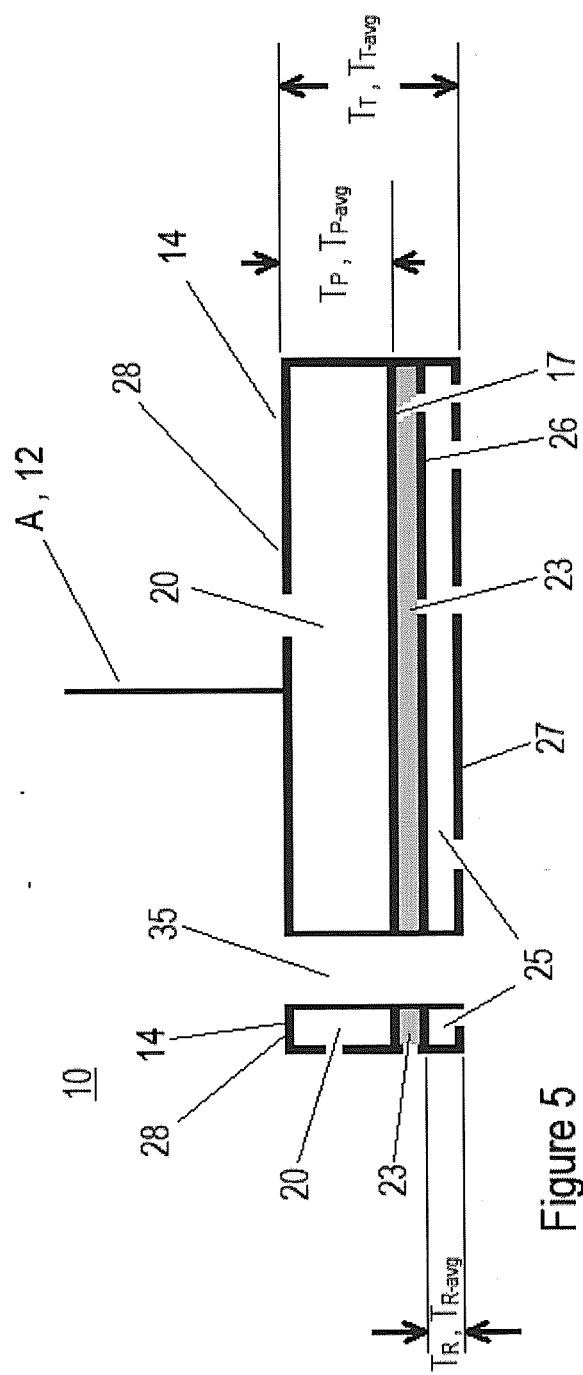


Figure 5

6/10

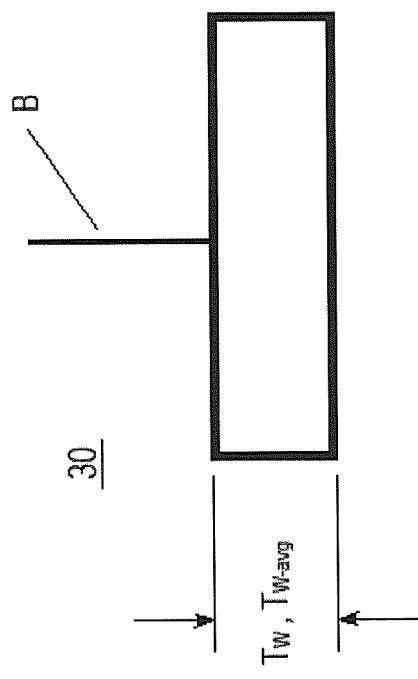
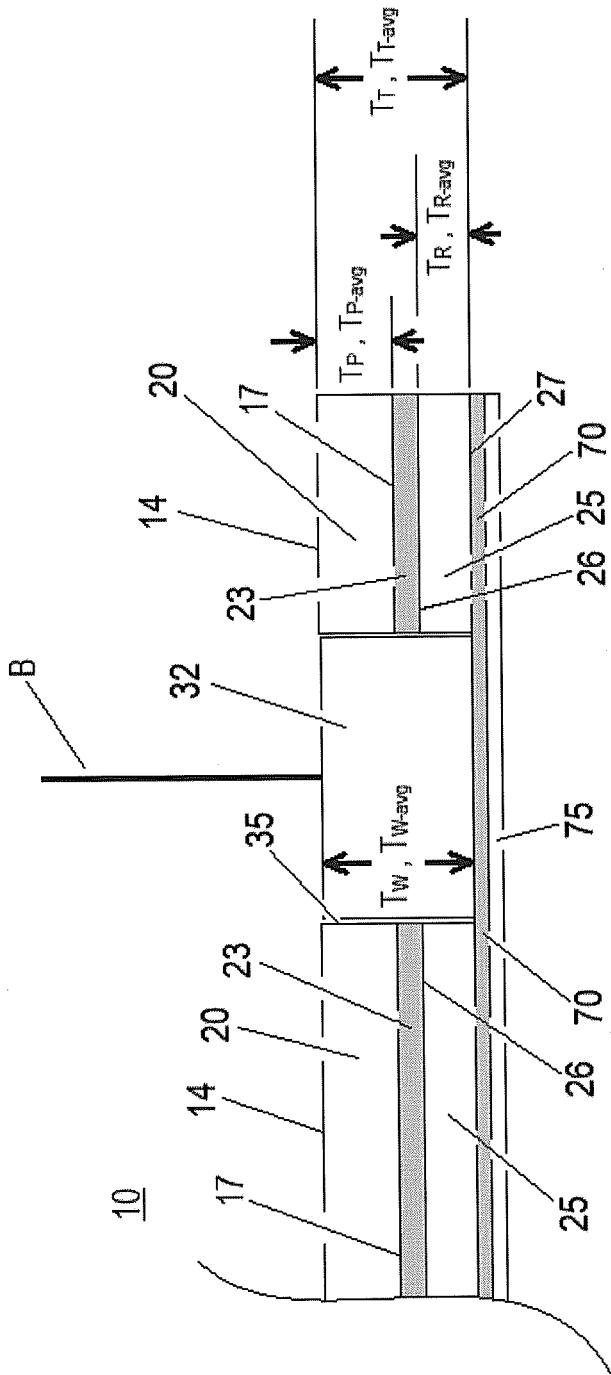


Figure 6

7/10



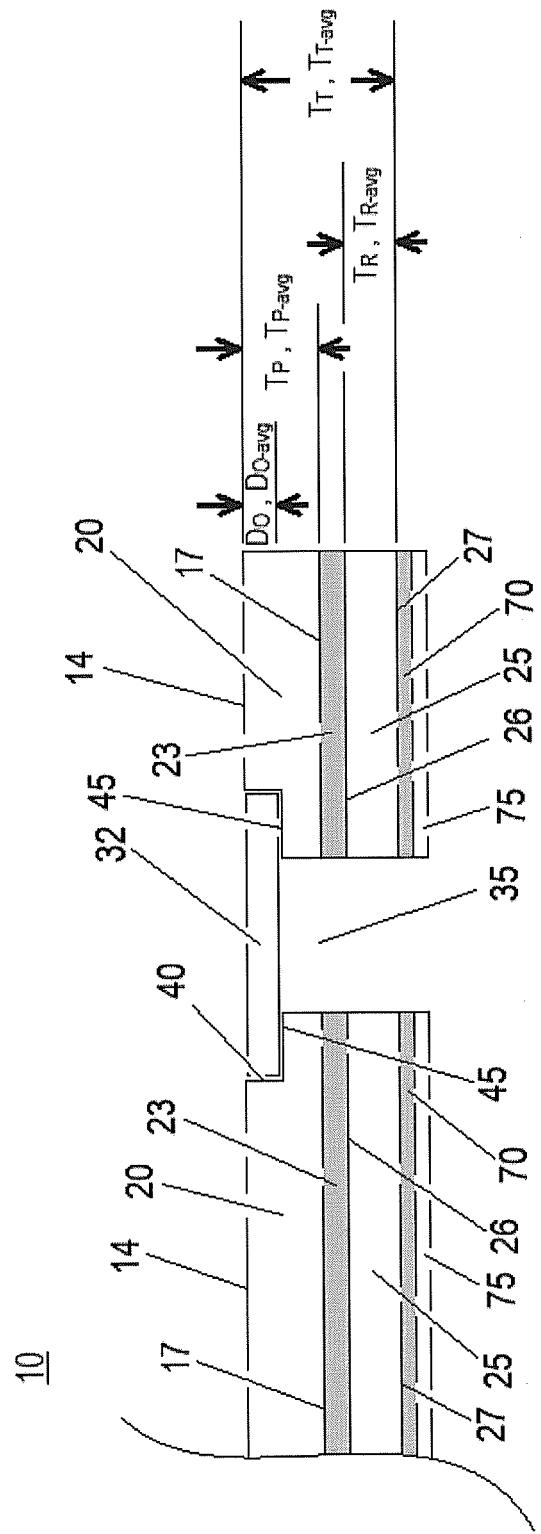


Figure 8

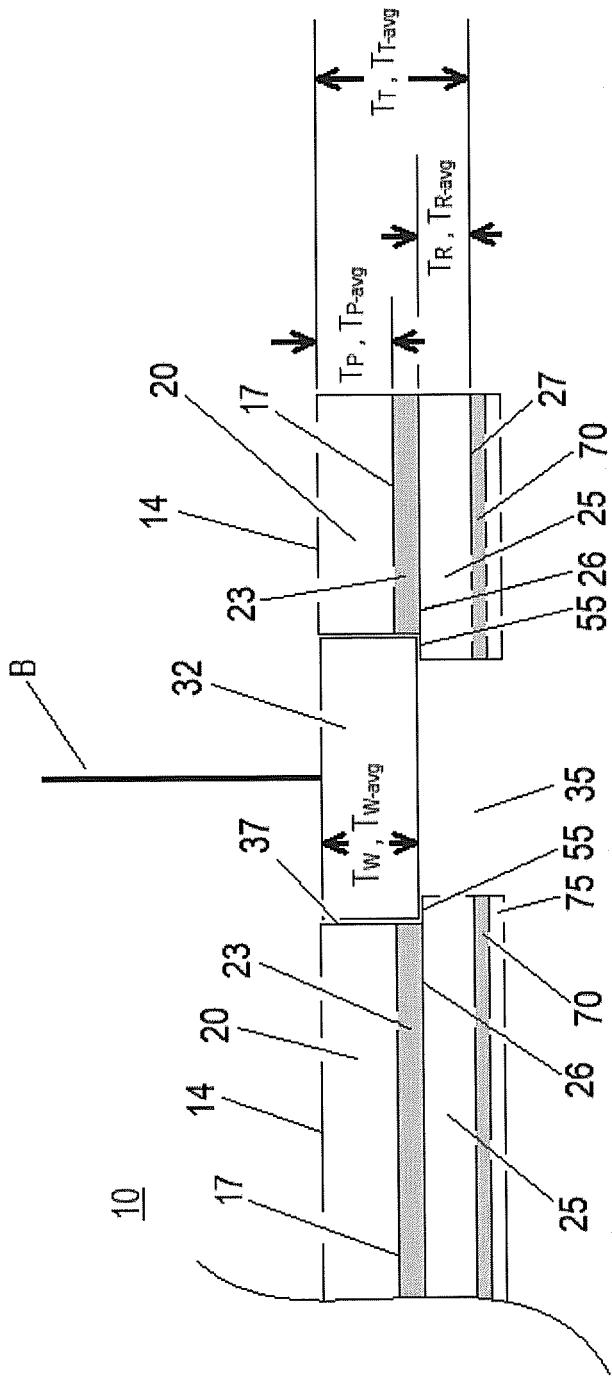


Figure 9

10/10

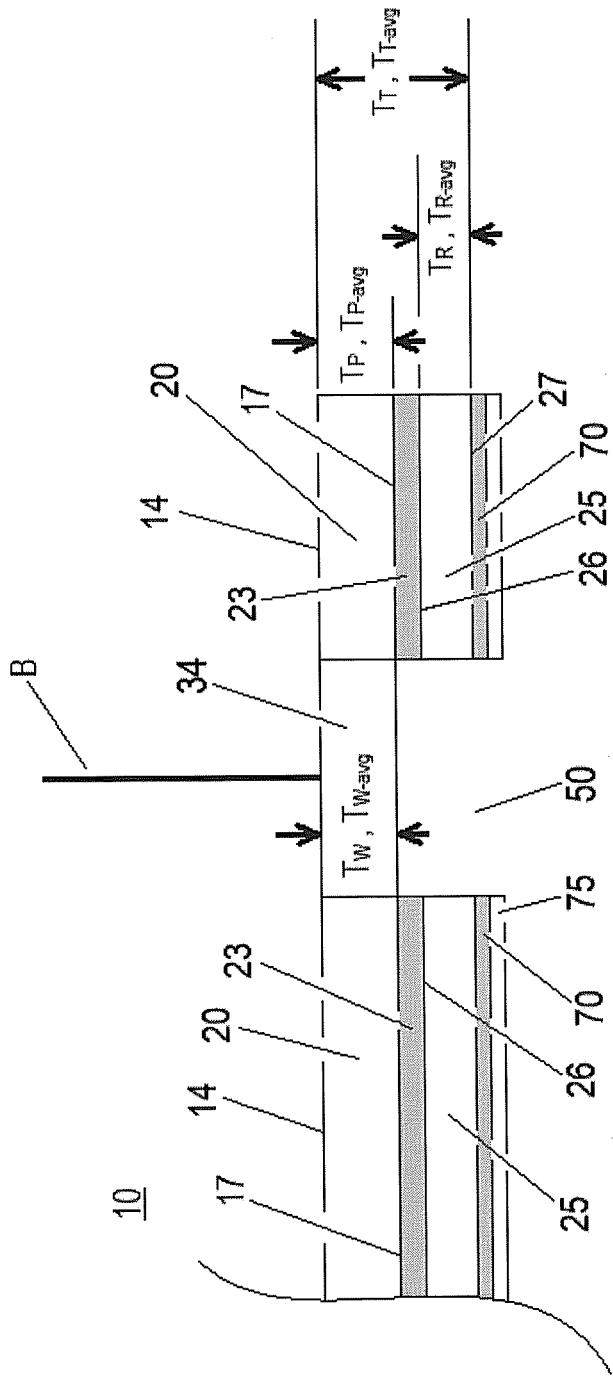


Figure 10