

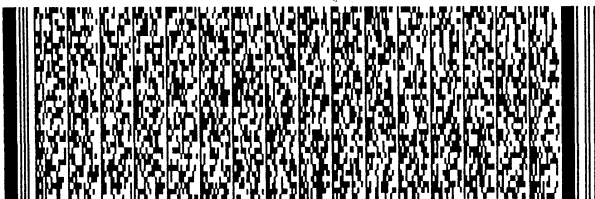
po. 5. 25

申請日期： po. 10. 1	案號： po. 11. 766
類別： B24B37/04, 26/24, H01L21/304	

(以上各欄由本局填註)

公告本	發明專利說明書	528646
-----	---------	--------

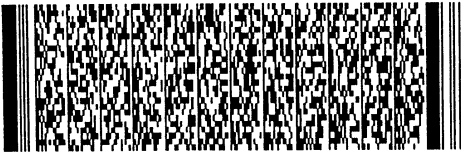
一、 發明名稱	中文	化學機械平面化之拋光襯墊
	英文	POLISHING PADS FOR CHEMICAL MECHANICAL PLANARIZATION
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 亞恩 維西華納森 2. 彼得 A. 柏克 3. 大衛 B. 詹姆士 4. 大衛 西德納
	姓名 (英文)	1. ARUN VISHWANATHAN 2. PETER A. BURKE 3. DAVID B. JAMES 4. DAVID SHIDNER
	國籍	1. 印度 2. 美國 3. 英國 4. 美國
	住、居所	1. 美國德拉瓦州威靈頓市洛米利路3203號 2. 美國華盛頓州溫哥華市西北72街5000號 3. 美國德拉瓦州紐沃克市亞洛尼明克街221號 4. 美國德拉瓦州紐沃克市泰森斯佛德路39號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 美商羅德爾控股公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. RODEL HOLDINGS, INC.
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國德拉瓦州威靈頓市1300區市場北街1105號
	代表人 姓名 (中文)	1. 康瑞德 H. 凱丁
	代表人 姓名 (英文)	1. KONRAD H. KAEDING



申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明名稱	中文	
	英文	
二、發明人	姓名 (中文)	5. 李 麥爾邦 庫克 6. 約瑟夫 K. 索 7. 約翰 V. H. 羅柏森
	姓名 (英文)	5. LEE MELBOURNE COOK 6. JOSEPH K. SO 7. JOHN V. H. ROBERTS
	國 籍	5. 美國 6. 美國 7. 美國
	住、居所	5. 美國賓州史提維爾市布萊森路20號 6. 美國德拉瓦州紐沃克市奈汀格區20號 7. 美國德拉瓦州紐沃克市西鄉街17號
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	
	姓名 (名稱) (英文)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓名 (中文)	
	代表人 姓名 (英文)	
		

本案已向

國(地區)申請專利	申請日期	案號	主張優先權
美國 US	2000/05/27	60/207, 938	有
美國 US	2000/07/28	60/222, 099	有

有關微生物已寄存於	寄存日期	寄存號碼
-----------	------	------

無



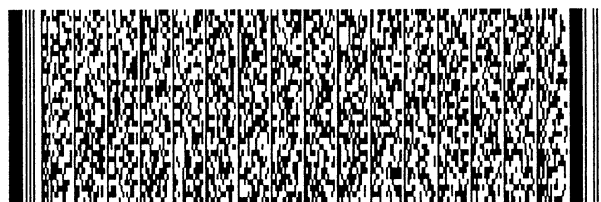
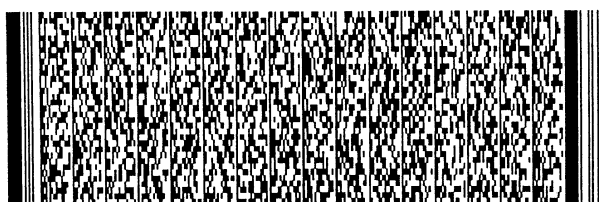
五、發明說明 (1)

本發明大致係關於在半導體元件製造期間用來拋光和／或平面化基板，特別是金屬或含金屬基板的拋光襯墊。

化學機械平面化("CMP")係一種目前實行於半導體工業中，用來製造積體電路元件上之平坦表面的方法，在J.M. Steigerwald、S.P. Muraka、R.J. Gutman所著，Wiley出版社1997年出版的「微電子材料之化學機械平面化」一書中論及本方法。CMP包括流動或不然放置一拋光研磨漿或流體於一積體電路元件先質與一拋光襯墊之間，並於一起偏斜該元件和襯墊時，相對移動該襯墊及元件。此種拋光通常被用來平面化：i. 絕緣層，諸如氧化矽；和／或ii. 金屬層，諸如鎢、鋁、或銅。

當半導體元件變得益加複雜時(需要更精細的表面幾何特性和更多的金屬化層數)，CMP必須大致符合更多所需之功能標準。一種極為新近之CMP法已成為利用金屬波紋製程的金屬連接線路製造法(參見例如，S.P. Murarka、J. Steigerwald、與R.J. Gutmann所著之「應用藉由化學機械拋光法所行之平面化的嵌銅多層連接線路」，MRS公報1993年6月號，頁46至51)。

行波紋式拋光時，被拋光基板通常與其為一均相層倒無寧為一複合層，且一般包含下列基本步驟：i. 利用照相平版印刷方式將一系列金屬導體區域(插頭及線路)界定在一絕緣體表面上；ii. 然後將已曝光之絕緣體表面蝕刻至一吾人所要的深度；iii. 在清除光阻劑後，塗佈黏合層及擴散障蔽層；iv. 其後，沉積一厚層導電金屬，延伸至



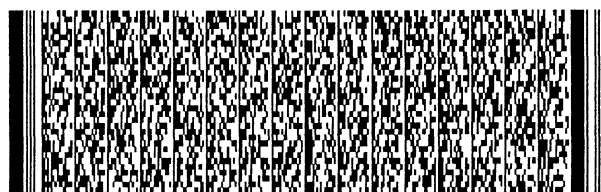
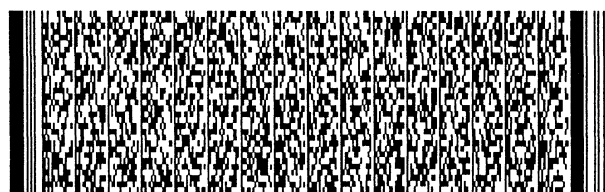
五、發明說明 (2)

插頭和線路之絕緣體材料表面上方；以及v. 然後將金屬表面拋光到低於絕緣體表面，以形成由絕緣體材料所分隔的不連續導電性插頭和線路。

在理想狀況下，於拋光後導電性插頭和線路為完全平坦且在所有情況下均為相等截面厚度，但實際上，橫跨金屬結構寬度各處的厚度會發生明顯的差異，且表面中央通常較邊緣具有較小厚度，此種效應，普通稱之為「凹化作用」，通常是吾人所不要的，因為導電性結構之截面積的變化會導致電阻的變化。凹化作用係因較硬之絕緣層（環繞較軟之金屬導體表面）以一較金屬物件為慢之速率進行拋光而發生，因此，當絕緣區域被拋光成平坦時，拋光襯墊易於磨蝕導體材料，主要從金屬物件的中心，這反過來會損傷最終半導體元件的功能。

本發明係關於一方面具有低彈性回復力，而另一方面卻展現較許多已知拋光襯墊更為顯著之無彈性性質的拋光襯墊。現將藉由實例，並參照下列詳細說明以詳述本發明之具體實施例。

在某些具體實施例中，本發明之襯墊進一步限定：i. 一約1到約9微米的平均表面粗糙度Ra；ii. 一約40到約70 Shore D的硬度；以及iii. 一在40℃時高達約2000 MPa的張力模數。在一具體實施例中，本發明之拋光襯墊限定一在30℃和90℃時為小於約5，更適當為小於約4.6且更適當為小於約3.5的E'比。在本發明之其他具體實施例中，拋光襯墊限定一在30℃和90℃時為從約1.0到約5.0的E'比與



五、發明說明 (3)

一從約100到約1000(1/Pa)(40 °C)的KEL。在其他具體實施例中，拋光襯墊具有一約2到約7微米的平均表面粗糙度Ra，一約45到約65 Shore D的硬度，一在40 °C時為約150到約1500 MPa的模數E'，一約125到約850(1/Pa在40 °C時)的KEL以及一在30 °C和90 °C時為約1.0到約4.0的E'比。又

在其他具體實施例中，本發明之拋光襯墊具有一約3到約5微米的平均表面粗糙度Ra，一約55到約63 Shore D的硬度，一在40 °C時為約200到約800 MPa的模數E'，約150到400(1/Pa在40 °C時)的KEL以及一在30 °C和90 °C時為1.0到3.5的E'比。

在一進一步之具體實施例中，倘使襯墊為(充分)水解性穩定的話，則該模數值可低到約100 MPa，當襯墊漸增其承受水基流體之機會時，此種穩定性係由完全穩定之襯墊性質與拋光功能所界定，準此，本發明之一具體實施例提供了水解性穩定的拋光襯墊。

在其他具體實施例中，本發明係致力於一種拋光半導體晶圓上之金屬波紋結構的方法，係藉由：i. 朝與一選擇性含有次微米顆粒之水性基質液體組合的襯墊表面壓軋晶圓；以及ii. 為晶圓與拋光襯墊在壓力下進行之相對運動提供機械性或類似型態的運動，以使運動中之受壓接觸造成該晶圓表面之平面移動的方式來進行拋光。

本發明之襯墊能夠作與高襯墊膠黏硬度有關的高度能量消散，特別是在壓縮期間，該襯墊適當地展現了一可輕易且前後一致地被重製的穩定形態學性質；尤有甚者，該襯



五、發明說明 (4)

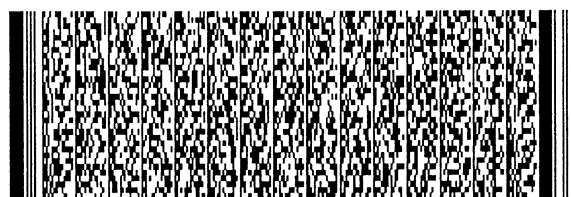
墊表面適當地抵抗了上釉光澤化，因此僅需較不頻繁與較不具侵襲性之調理，並導致低襯墊磨耗與長襯墊壽命。在一具體實施例中，相對於已知之拋光襯墊而言，本發明之拋光襯墊展現了金屬表面物件的低碟化作用、低氧化物磨蝕、減低之襯墊調理、高金屬清除速率、良好之平面化作用、和/或較低之瑕疵度(抓痕和光點瑕疵)。

本發明之襯墊可利用許多不同方法中的任何一種來進行製造，以使得該襯墊在拋光期間能展現低彈性回復力。儘管胺基甲酸酯是示範性襯墊材質，但本發明並不限於聚胺基甲酸酯，且可包含能夠提供本文中所述之低彈性回復力之化學物質的具體實施例。該襯墊可為，但不限於，熱塑性物質或熱固性物質且可為填充或非填充。本發明之襯墊可利用許多聚合物加工法中的任何一種來進行製造，諸如但不限於，鑄造、模鑄、塗佈、擠出成型、光成像、印刷、加熱固化等等。

在一示範性具體實施例中，本發明之襯墊具有一種或一種以上之下列特質：

1. 諸如導線和插頭之類之導電性表面物件的碟化作用為最小；
2. 達成橫跨整個晶圓表面的晶粒水平平坦度；和/或
3. 諸如抓痕和光點瑕疵之類的瑕疵度為最小，且不會對半導體元件之電氣功能產生負面影響。

儘管襯墊功能也視拋光製程的所有其他方面以及襯墊、研磨漿、拋光工具、和拋光條件等等之間的相互作用而



五、發明說明 (5)

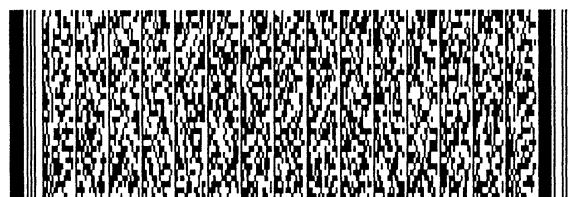
定，但上述特質仍會受到拋光襯墊之物理性質的影響且有時會受其控制。

在一具體實施例中，本發明之襯墊限定為一平坦之拋光表面，而另一方面仍保留有微小渠道供研磨漿流動以及奈米級一粗糙度以促進拋光，一種最小化襯墊粗糙度的方法係建構一非填充襯墊，因為填充顆粒易於增加襯墊之粗糙度。

襯墊調理也是重要的，通常需要充分之調理以在襯墊表面中產生微小渠道並增加襯墊表面之親水性，但過度調理可能會使表面過分粗糙化，它反過來會導致吾人所不要之碟化作用的增加。

本發明之襯墊適合具有低彈性回復力，此種回復力通常可以數種度量制中的任何一種來加以量化。或許最簡單之此種度量制涉及靜壓縮負載的應用和百分比壓縮度及百分比彈性回復力的測量。百分比壓縮度被定義為物質在給定負載下的壓縮形變，表示為襯墊原始厚度的百分比；百分比彈性回復力被定義為當該負載從襯墊表面上移開時，壓縮形變回復的分率。

然而，當上述之彈性回復力試驗應用到本文所披露之拋光襯墊時可能無效，因為拋光作用為一動態過程且不可能利用靜態參數來充分定義。此外，拋光襯墊還傾向為展現黏彈性行為的聚合物，因此，或許一較佳方法為使用動態機械性分析技術（參見J.D. Ferry所著，紐約市Wiley公司1961年出版之「聚合物的黏彈性性質」）。



五、發明說明 (6)

黏彈性材質展現黏性和彈性兩種行為來回應一外加形變，所產生之應力訊號可被分離成兩種成份：一種與形變相位一致之彈性應力，以及一種與形變率相位一致但與形變相位差90度之黏度應力，彈性應力係一種材質其行為如一彈性固體之程度的測量，而黏度應力則為該材質其行為如一彈性固體之程度的測量，彈性及黏度應力係透過應力對形變之比例（此比例可被定義為模數）而與材質性質形成關聯，因此，彈性應力對形變之比例為儲存（或彈性）模數而黏度應力對形變之比例為損失（或黏度）模數。當以拉伸或壓縮來進行試驗時， E' 和 E'' 分別指定為儲存和損失模數。

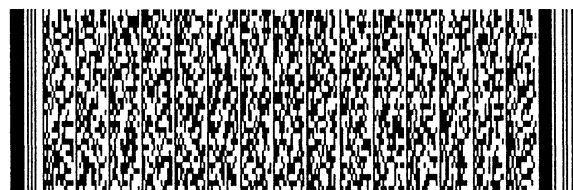
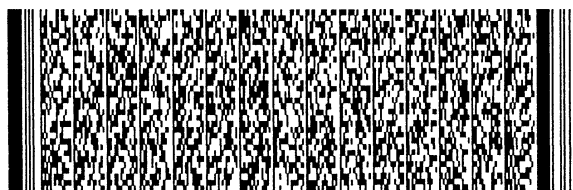
損失模數對儲存模數之比例為應力和形變間之相角位移（ δ ）的正切值，因此

$$E''/E' = \tan \delta$$

且係材質阻尼能力之測量。

拋光為一涉及拋光襯墊與晶圓兩者之週期運動的動態製程，在拋光循環期間能量通常被傳導到襯墊上，此種能量一部份會以熱量形式耗散於襯墊內部，而此種能量的剩餘部份會儲存在襯墊中並接著於拋光循環期間以彈性能之形式被釋放，後者據信會助長碟化作用之現象。

已發現具有極低回復力與在週期形變期間吸收極大能量之襯墊，易於在拋光期間引起極低程度的碟化作用，有幾項參數可用來量化說明此種效應，最簡單者就是 $\tan \delta$ ，定義如上。然而，另一用來預測拋光功能的參數就是已知



五、發明說明 (7)

為「能量損失因子」者。ASTM D4092-90(關於「塑膠之動態機械測量的標準術語」將此參數定義為在每一形變週期中每單位體積之能量，易言之，它是在應力-形變磁滯現象迴路內之面積的測量)。

能量損失因子(KEL)為 $\tan \delta$ 和彈性儲存模數(E')兩者之函數且可利用下列方程式加以定義：

$$KEL = \tan \delta * 10^{12} / [E' * (+\tan \delta^2)]$$

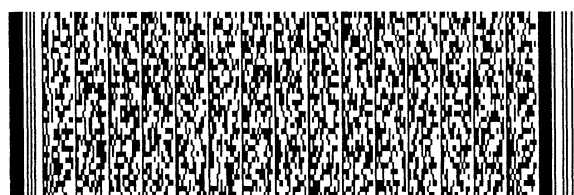
此處 E' 以巴斯卡(pascals)為單位。

一襯墊之KEL值愈高，通常其彈性回復力就愈低且觀察到之碟化作用也愈低。

一種增加一襯墊之KEL值的方法係使其變得更軟，然而，隨著襯墊之KEL的增加，此種方法易於降低襯墊之膠黏硬度，這會減低襯墊之平面化效率，那通常是我們所不想要的。

一種增加襯墊之KEL值的方法係改變其物理組成，利用此種方法可增加其KEL但不會減低其膠黏硬度，這可藉由改變襯墊中硬區段(或相態)和軟區段(或相態)的組成，和／或襯墊中硬區段(或相態)對軟區段(或相態)之比例的方式來達成，這造成了具有伴隨一可接受之高膠黏硬度之適當高硬度，並因此賦予優良之平面化效率的襯墊。

聚合攪混物的形態學性質會決定其最終性質並因此會影響聚合物在不同應用中的終端利用功能，聚合物之形態學性質會受製程和用來製備聚合物之成份性質的影響。用來製造拋光襯墊之聚合物的組份應適當地加以選擇，以使得



五、發明說明 (8)

所生成之襯墊的形態學性質為穩定且易於重製。

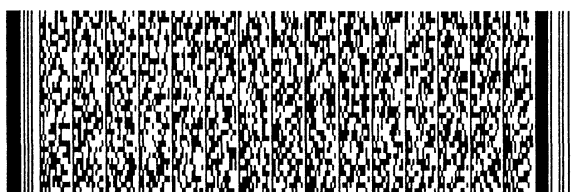
在本發明之另一具體實施例中，用來製造拋光襯墊之聚合物的玻璃態轉化溫度被移轉到低於室溫而不會影響襯墊之膠黏硬度，降低襯墊之玻璃態轉化溫度(T_g)會增加襯墊之KEL，並且還會產生其膠黏硬度在20℃和100℃之正常拋光溫度範圍間變化極小的襯墊，因此拋光溫度之變化對襯墊之物理性質，尤其是膠黏硬度，只具有最小之影響，這可導致更可預測且更為一致的功能。

本發明之一具體實施例的特色，為其能將玻璃態轉化溫度移轉至低於室溫，以及設計一可產生在高於 T_g 時，隨溫度增加模數卻仍維持常數，且為高到足以獲致拋光平坦度之高數值之調配物的能力，通常可藉由交聯、相分離一「堅硬的」、較高軟化溫度的相態，或利用添加無機填充物(氧化鋁、氧化矽、碳酸鈣)的方式來改善模數的一致性。

將聚合物之 T_g 移轉至低於室溫的另一項優點為在本發明之某些具體實施例中，所生成之襯墊表面更能抵抗上釉光澤化。

本發明襯墊之特色包括：

1. 高襯墊膠黏硬度與襯墊表面硬度；
2. 高散能性(高KEL)；
3. 可輕易且前後一致地被重製，且在拋光期間不會產生顯著或不利變化的穩定形態學性質；
4. 降低上釉光澤化之襯墊表面，因此僅需較不頻繁與



五、發明說明 (9)

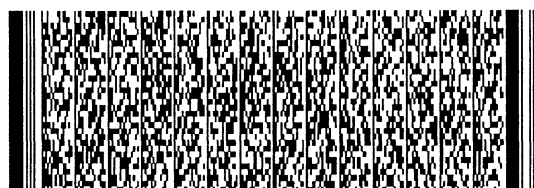
較不具侵襲性之調理，導致在拋光期間的低襯墊磨耗與長襯墊壽命；

5. 無孔隙度與表面空洞，因此減少了捕集用畢研磨漿與增加襯墊粗糙度的凹洞，這減少且幾乎消弭了晶圓中的主要瑕疵來源；和/或
6. 可被輕易改變以使其適合拋光各種不同晶圓的襯墊化學性質。

上述特色中之一項或多項通常可被轉化為下列拋光利益：

1. 產生具有良好平坦度之晶圓的高襯墊膠黏硬度；
2. 可更輕易且更均勻地加以上釉光澤化的襯墊頂層條件，且當相較於其他襯墊，諸如IC1010時，這減少了被拋光之積體電路(IC)晶圓上的抓痕和光點(LPD)瑕疵；
3. 甚至在延長之逾時拋光次數下皆較低之在線路晶圓上可見的碟化作用，這可歸因於有利之高KEL與高模數組合；
4. 當相較於標準襯墊時之線路晶圓上的較大拋光窗口；
5. 無可於線路晶圓上觀察到之表面物件的特定碟化作用；和/或
6. 襯墊膠黏硬度在20℃和100℃之正常拋光溫度範圍間的變化極小，並導致一極為穩定且均勻的拋光。

發明摘述



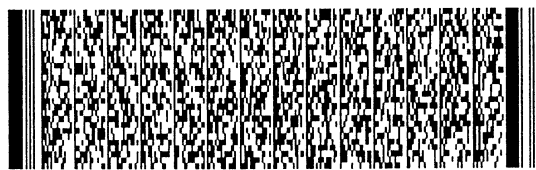
五、發明說明 (10)

1. 用於金屬CMP之襯墊一般可藉由改變襯墊組合而具有下列條件一項或一項以上的最佳組合：膠黏硬度(模數及厚度)、能量損失因子(KEL)、模數-溫度比例、硬度、以及表面粗糙度；這些條件在某些程度上可被獨立控制；
2. 具有低彈性回復力之襯墊一般在金屬CMP拋光期間會產生較低之表面物件碟化作用；
3. 低彈性回復力可由「能量損失因子」(KEL)之角度來加以定義；
4. 這些參數的範圍列示如下：

參數	範圍	較佳範圍	最佳範圍
厚度(微米)	20 - 100	30 - 90	40 - 80
表面粗糙度, Ra (μ)	1 - 9	2 - 7	3 - 5
硬度(Shore D)	40 - 70	45 - 65	55 - 63
模數, E'(MPa)(40°C)	100 - 2000	150 - 1500	200 - 800
KEL(1/Pa)(40°C)	100 - 1000	125 - 850	150 - 400
在 30°C 及 90°C 時之 E' 比	1.0 - 4.6	1.0 - 4.0	1.0 - 3.5

在 -40 °C 之溫度與 10 弧度(或弧度)/秒之頻率下，利用動態機械分析法來測量模數，(E') 和能量損失因子(KEL)，利用先前定義之方程式來計算 KEL。

最後一行定義在 30 °C 和 90 °C 下所測得之模數比，這代表著有用的拋光溫度範圍，理想上，模數將儘可能地小幅且隨溫度增加作線性趨勢之改變(亦即，比例趨近於一)，表面粗糙度為調理後之數值。



五、發明說明 (11)

從上表中，明顯地本發明之襯墊將大致具有一平坦之模數-溫度反應、一與高模數數值組合之高KEL數值、以及調理後之低表面粗糙度。

實例

本發明之襯墊可藉由典型之襯墊製造技術，諸如鑄造、模鑄、擠出成型、光成像、印刷、加熱固化、塗佈等來進行製造，該襯墊可為非填充或選擇性地以諸如聚合微氣球或諸如氧化矽、氧化鋁和碳酸鈣之類的無機填充物等材質來加以填充。

本發明之襯墊也被設計成對傳統旋轉和新一代線性拋光機(滾筒或皮帶襯墊)兩者均有用。

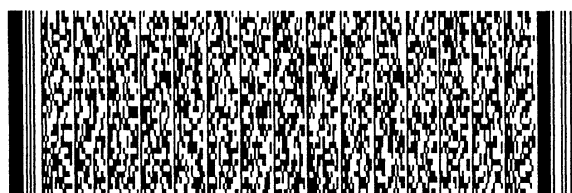
此外，本發明之襯墊可被設計為應用於使用含有研磨漿之傳統研磨劑，或替代性地，該研磨劑可被併入到襯墊中且該襯墊係與一無反應性液體之顆粒並用的拋光中，或又在另一具體實施例中，不具任何外加研磨劑之本發明襯墊可與一無反應性液體之顆粒並用(此種組合對諸如銅之類的拋光材質而言尤為有用)。

下文中，非限定實例舉例說明了本發明之利益，實例1和2代表比較襯墊。

比較實例1

本實例係參照第5,578,362號與第5,900,164號美國專利案所披露之襯墊。

藉由在65°C時混合2997克之聚酯基液態胺基甲酸酯(Uniroyal ADIPRENE® L325)與768克之4,4-甲撐-雙-氯



五、發明說明 (12)

苯胺(MBCA)的方式來製造一聚合母質，在此一溫度下，胺基甲酸酯／多官能胺混合物具有一約2.5分鐘的壽限；在此期間，使用一高剪力混合器於3450 rpm轉速下，攪混約69克之空心彈性聚合小球(EXPANCEL® 551DE)，以使這些小球均勻分佈於混合物中，將最終混合物傳送到一鑄模中並令其膠凝約15分鐘。

然後將鑄模置於一熟化箱中並在約93℃下熟化約5小時，然後將混合物冷卻約4到6小時，直到鑄模溫度為約21℃為止，然後將該模鑄物品「研磨」成薄片以及機械化定型到表面(「襯墊A」)內的大渠道。

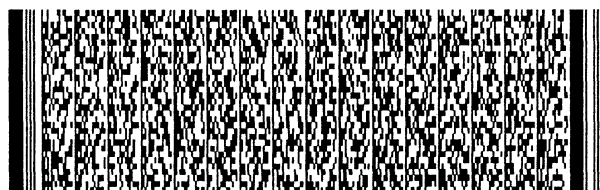
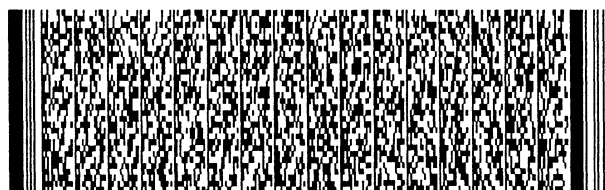
相似地，除以一化學計量上相等份量之ADIPRENE® L100取代ADIPRENE® L325外，用一類比方式來製造另一填充襯墊「襯墊B」。

利用如上所述，但聚胺基甲酸酯為非填充的相同製程來製造一第三襯墊(「襯墊C」)。

比較實例2

本實例係參照由第6,022,268號美國專利案中所披露之鑄模法所製造的襯墊(「襯墊2A」)。

為形成一拋光襯墊，將兩道液態流混合在一起並注入一擁有所需之襯墊形狀的密閉鑄模中，該鑄模表面典型上有刻凹槽以使得所形成之模鑄襯墊還具有一可使研磨漿易於流動的凹槽宏觀結構。第一道流包含一聚合二醇及一聚合二胺，與一胺催化劑在一起的混合物；第二道流包含二異氰酸二苯基甲烷(MDI)，二異氰酸鹽之用量係在完成二醇



五、發明說明 (13)

與二胺基反應後可給予些微過量。

將混合流注入一在約70℃下的加熱鑄模中，以形成一分離聚胺基甲酸酯-尿素聚合物質的相態，經過所需之聚合反應時間後，目前為網狀襯墊形式的固體部份，進行了後續之再模鑄。

表1顯示實例1和2中所述襯墊的關鍵物理性質：

表1：襯墊1A、襯墊1B、襯墊1C、和襯墊2A之物理性質

參數	襯墊 1A	襯墊 1B	襯墊 1C	襯墊 2A
實例#	1A	1B	1C	2
表面粗糙度, Ra (μ)	10 - 14	2 - 5	類似 IC1000	1 - 4
硬度(Shore D)	50 - 55	73	29	60 - 65
模數(MPa)(40℃)	370	926	26	1580
KEL(1/Pa)(40℃)	243	108	766	33
在 30℃及 90℃時之 E' 比	5.2	6.4	7.5	11.8

實例3

實例3舉例說明了根據本發明，使用一類似實例1中所述之鑄造法的填充與非填充襯墊之製造。

非填充鑄造物(實例3A、B及C)係使用以95%理論量之MBCA熟化劑熟化之表2中所示的異氰酸ADIPRENES來進行製備，製備過程包含將ADIPRENES與MBCA成份完全混合在一起，以及將此密切混合之混合物澆灌到一圓形鑄模中以形成一鑄造物，鑄模溫度為100℃而鑄造物接著在100℃下被後熟化16小時，在後熟化之後，將圓形鑄造物「研磨」成厚度為50英絲(或條)之薄片並將大渠道以機械方式定型到



五、發明說明 (14)

表面內，渠道典型上為15英絲(或條)深、10英絲(或條) - 寬、並具有一30英絲(或條)之間距。鑄造物之性質顯示於表2中且其舉例說明了CMP製程中之拋光金屬層所需之關鍵物理性質的較佳組合：

實例3D含有2重量%的EXPANCEL® 551DE且如實例1中所述進行製造。

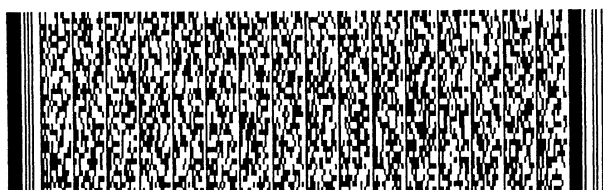
表2：鑄造襯墊之性質

實例#	3A	3B	3C	3D
型式	非填充	非填充	非填充	填充
ADIPRENE®(1)	LF1950A	LF950A	LF700D	LF751D
EXPANCEL® 551DE	0	0	0	2 重量%
硬度(Shore D)	40	50	70	59
模數(MPa)(40°C)	120	122	533	452
KEL(1/Pa)(40°C)	714	666	285	121
在 30°C 及 90°C 時之 E' 比	1.3	1.1	2.5	2.7

(註1：ADIPRENE® LF為Uniroyal化學公司所製造之二異氰酸甲苯基預聚合物產品)

實例4

實例4舉例說明了使用一類似實例2中所述之模鑄法來製造本發明之襯墊，表3顯示了以一鑄模法所製造之典型襯墊的組成與關鍵物理性質，模鑄條件如實例2中所述。



五、發明說明 (15)

表3：模鑄襯墊之組成及性質

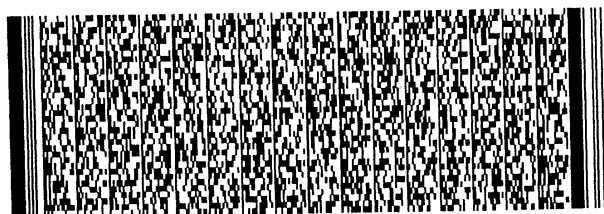
組成	實例			
	4A	4B	4C	4D
多元胺 (當量 425)	24.71	18.42	18.43	34.84
多元胺 (當量 220)	24.71	30.05	30.56	24.39
聚丙二醇 (當量 1000)	21.18	20.77		
聚丙二醇 (當量 2100)			21.12	10.45
MDI (當量 144.5)	29.39	30.77	29.59	30.33
硬度(Shore D)	52	51	57	60
模數(MPa)(40°C)	196	214	657	690
KEL(1/Pa)(40°C)	517	418	208	199
在 30°C 及 90°C 時之 E' 比	4.6	4.1	4.2	3.4
標準化之銅清除速率	0.713	0.648	0.616	0.919

(數目為每一組份之重量百分率)

為測量細微銅表面物件之碟化作用，一由表3所得之典型襯墊調配物被用來拋光銅線路化晶圓，將其拋光功能與如實例1中所製備之襯墊的功能進行比較。

利用一應用材料公司之MIRRA拋光機，採用一141 rpm之滾筒轉速、一139 rpm之載具轉速、以及一4 psi之向下力來對兩種襯墊進行拋光，在使用之前先利用一ABT調理劑來預調理兩種襯墊。後調理則被使用在晶圓之間，同時使用襯墊和得自Rodel公司之實驗級銅研磨漿(CUS3116)，來拋光含有不同尺寸之銅表面物件的Sematech線路晶圓931測試罩。

在拋光後，利用原子力顯微鏡法測量銅表面物件之碟化



五、發明說明 (16)

作用，使用Orbot儀器有限公司之晶圓檢測系統測量瑕疵，表4摘要了被拋光襯墊之碟化作用與瑕疵數據。

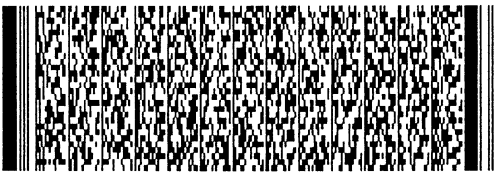
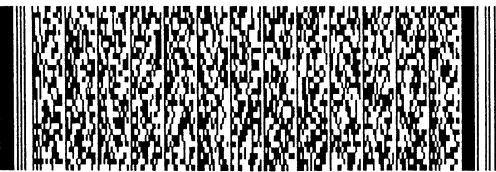
表4：模鑄襯墊之線路化晶圓拋光數據

	碟化作用(A)對表面物件尺寸和型式				
襯墊種類	10 μ 線路	25 μ 線路	100 μ 線路	黏合襯墊	瑕疵數目(#)
IC1010 控制	1037	1589	2197	2009	14760
模鑄襯墊	455	589	775	392	265

由數據清楚地顯而易見，模鑄襯墊明顯地減少了碟化作用和瑕疵度。

實例5

實例5舉例說明了使用一擠出成型法，由熱塑性聚合物來製造本發明之襯墊，利用一Haake混合器將一聚醚型熱塑性聚胺基甲酸酯，與20重量%之4微米或10微米的碳酸鈣填充物攪混在一起，使用一由美國Leistritz公司所製造之雙子-螺旋擠出成型器，將所形成之攪混物，與非填充聚合物一起擠出成型為一50英絲(或條)之薄片，藉由將上述聚醚基TPU與一較軟聚酯基TPU攪混在一起的方式來製備額外之調配物，再次以碳酸鈣填充這些調配物，測量這些薄片的關鍵物理性質並將其顯示於表5中：



五、發明說明 (17)

表5：擠出成型襯墊之組成及性質

組成	實例					
	5A	5B	5C	5D	5E	5F
聚醚基 TPU (公稱硬度 65D) (重量%)	100	80	80	75	60	60
聚醚基 TPU (公稱硬度 45D) (重量%)	-			25	20	20
4 微米碳酸鈣 (重量%)	-	20			20	
10 微米碳酸鈣 (重量%)	-		20			20
模數(MPa)(40°C)	204	567	299	416	309	452
KEL(1/Pa)(40°C)	547	167	394	168	269	170
在 30°C 及 90°C 時之 E' 比	2.4	1.7	2.2	1.6	1.8	1.6

儘管熱塑性聚胺基甲酸酯(TPU's)實例被用來舉例說明本發明，但本發明並不限於TPU's，其他熱塑性或熱固性聚合物，諸如耐龍、聚酯、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸酯等等也都可以應用，只要可達成關鍵性質標準即可。即使這些性質無法由一非填充熱塑性聚合物來達成，也可藉由以有機或無機填充物或強化物來填充、與其他聚合物攪混、共聚合、塑化、或熟諳聚合物調配技藝者所熟知之其他調配技術，以改良基礎聚合物之性質的方式來獲得這些性質。

為測量細微銅表面物件之碟化作用，一由表5所得之典型襯墊調配物被用來拋光銅線路化晶圓，將其拋光功能與如實例1中所製備之襯墊的功能進行比較。

利用一應用材料公司之MIRRA拋光機，採用一141 rpm之滾筒轉速、一139 rpm之載具轉速、以及一4 psi之向下力



五、發明說明 (18)

來對兩種襯墊進行拋光，在使用之前先利用一ABT調理劑來預調理兩種襯墊。後調理則被使用在晶圓之間，同時使用襯墊和研磨漿，來拋光含有不同尺寸之銅表面物件的Sematech線路晶圓931測試罩。

在拋光後，利用原子力顯微鏡法測量銅表面物件之碟化作用，使用Orbot儀器有限公司之晶圓檢測系統測量瑕疵，表6摘要了被拋光襯墊之碟化作用與瑕疵數據。

表6：擠出成型襯墊之線路化晶圓拋光數據

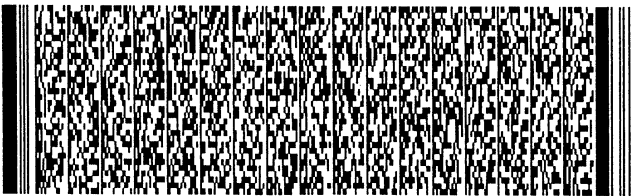
	碟化作用(A)對表面物件尺寸和型式			
襯墊種類	10 μ 線路	25 μ 線路	100 μ 線路	黏合襯墊
控制	1037	1589	2197	2009
擠出成型襯墊	750	923	1338	641

由數據清楚地顯而易見，擠出成型襯墊明顯地減少了碟化作用。

有關水解穩定度，附表顯示襯墊在室溫(25℃)下浸泡於去離子水中24小時後之性質變化。

襯墊在浸泡於水中後之性質變化

	實例 4D			實例 5A			實例 3C		
參數	乾燥	潮濕	變化%	乾燥	潮濕	變化%	乾燥	潮濕	變化%
膨脹度 (英吋) ^a	0.890	0.892	0.2	0.890	0.892	0.2	0.890	0.894	0.4
硬度(Shore D)	58.5	44.7	-23.6	48.2	42.7	-11.4	65.6	60.0	-8.5
模數，E'(MPa)(40℃)	690	568	-17.7	232	164	-29.3	510	344	-32.5
KEL(1/Pa)(40℃)	181	240	32.7	620	622	0.4	261	360	37.8
在 30℃ 和 90℃ 時之 E' 比	2.35	2.16	-7.9	2.52	2.14	-14.8	2.19	1.41	-35.6



五、發明說明 (19)

^a 在室溫(25℃)下浸泡於去離子水中24小時後之線性尺寸變化。

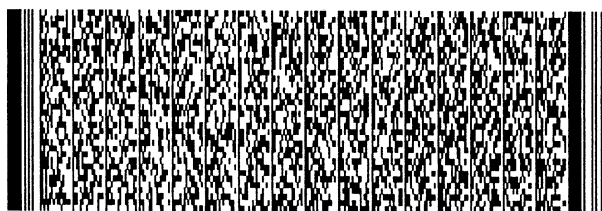
上述襯墊為水解穩定，因為襯墊在室溫(25℃)下浸泡於去離子水中24小時後之線性尺寸變化少於約1%，在替代性之具體實施例中，被定義為「硬度」之襯墊水解穩定度，在室溫(25℃)下浸泡於去離子水中24小時後將減少30%。

就根據本發明之水解穩定襯墊而言，其襯墊性質具有下列範圍：

參數	範圍	較佳範圍	最佳範圍
厚度(英絲或條)	20 - 100	30 - 90	40 - 80
表面粗糙度, Ra (μ)	1 - 9	2 - 7	3 - 5
硬度(Shore D)	40 - 70	45 - 65	55 - 63
模數, E'(MPa)(40°C)	100 - 2000	150 - 1500	200 - 800
KEL(1/Pa)(40°C)	100 - 1000	125 - 850	150 - 400
在 30°C 及 90°C 時之 E' 比	1.0 - 4.6	1.0 - 4.0	1.0 - 3.5

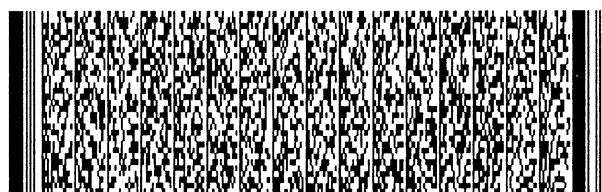
對水解穩定襯墊而言，在室溫(25℃)下浸泡於去離子水中24小時後，性質將落在上述範圍內。

襯墊之拋光層進一步包含一具有大於一微米之平均尺寸的宏觀結構，以及包含大量具有小於0.5微米之平均突出長度之隆突物的微觀結構，襯墊之拋光層進一步為有孔隙或無孔隙；再者，拋光層約為500到2600微米厚。根據某一具體實施例，該襯墊至少有一部份對具有從約190到約3500奈米波長之電磁輻射為透明。拋光襯墊之具體實施例



五、發明說明 (20)

適用於平面化一半導體元件或其先質之表面，該表面具有一10微米寬的金屬線，該襯墊為水解穩定且包含一含有一聚合物系統的堅硬拋光層，該系統提供足夠之能量消散與低彈性回復力，以賦予金屬線小於500 Å的碟化作用，該拋光層至少有部份係由擠出成型或加熱固化所形成。襯墊中或拋光流體中之研磨劑為無機金屬氧化顆粒，諸如氧化矽、氧化鈾或其組合，研磨劑進一步為其中至少一部份顆粒包含至少50重量%之有機聚合物的顆粒。拋光一半導體晶圓之金屬鑲嵌結構之方法的具體實施例包含：向一晶圓和拋光襯墊之拋光層之間的界面偏斜晶圓；令一拋光流體流動到界面中；提供晶圓和拋光襯墊在壓力下進行的相對運動，以使得拋光流體與晶圓間之運動受壓接觸導致沿著該晶圓表面的平面移除。根據某一具體實施例，該拋光層為水解穩定且進一步被限定為具有：一約為40到70 Shore D的硬度；一在40 °C時約為100到2,000 MPa的張力模數；一約為100到1,000 (1/Pa在40 °C時)的KEL以及一在30 °C到90 °C時約為1到5的E'比。在某一具體實施例中，鑲嵌結構之金屬包含銅；在某一具體實施例中，拋光流體為一氧化劑。該方法係以使拋光流體含有一使得部分金屬可溶之化學品的方式來進行，拋光流體進一步包含一錯合劑，由此錯合劑被吸引到金屬上，並保護金屬表面直到被一拋光襯墊運動打散為止，該運動發生於拋光襯墊和金屬之間的某一距離處，該距離小於奈米級粗糙度之平均尺寸。在某一具體實施例中，拋光襯墊和金屬之間的距離小於奈米級粗



五、發明說明 (21)

糙度之平均尺寸的10%，該錯合劑具有一大於1000的黏度
平均分子量，該錯合劑包含兩個或兩個以上的極性部份。



圖式簡單說明

四、中文發明摘要 (發明之名稱：化學機械平面化之拋光襯墊)

一種用來拋光半導體元件或其先質之表面，以及平面化半導體晶圓上之金屬波紋結構的襯墊和方法，該襯墊之拋光層具有一在30℃到90℃為約1到3.6的E'比。

英文發明摘要 (發明之名稱：POLISHING PADS FOR CHEMICAL MECHANICAL PLANARIZATION)

A polishing pad and a process for polishing a surface of a semiconductor device or a precursor thereto, and for planarizing metal damascene structures on a semiconductor wafer, a polishing layer of the pad having an E' ratio at 30℃-90℃ of about 1-3.6.



六、申請專利範圍

1. 一種用來平面化一半導體元件或其先質表面之拋光襯墊，該襯墊之特徵為：一用來平面化該表面之拋光層，該層具有一在30℃到90℃時約為1到3.6的E'比。

2. 根據申請專利範圍第1項之拋光襯墊，其中該拋光層具有一約為40到70 Shore D之硬度。

3. 根據申請專利範圍第1項之拋光襯墊，其中該拋光層具有一在40℃時約為150到2,000 MPa的張力模數。

4. 根據申請專利範圍第1項之拋光襯墊，其中該拋光層具有一約為100到1,000(1/Pa在40℃時)之KEL。

5. 根據申請專利範圍第1項之拋光襯墊，其中當該襯墊在一約25℃之室溫下浸泡於去離子水中24小時後，該襯墊之每一線性尺寸變化少於約1%。

6. 根據申請專利範圍第1項之拋光襯墊，其中當該襯墊在一約25℃之室溫下浸泡於去離子水中24小時後，該襯墊之硬度減少約30%。

7. 根據申請專利範圍第1項之拋光襯墊，其中該襯墊具有一從約一到約九微米Ra的表面粗糙度。

8. 一種用來拋光一半導體晶圓之金屬鑲嵌結構的方法，包含：

向一晶圓和拋光襯墊之拋光層之間的界面偏斜晶圓；
令一拋光流體流動到界面中；以及

提供晶圓和拋光襯墊在壓力下進行的相對運動，以使得拋光流體與晶圓間之運動受壓接觸導致沿著該晶圓表面的平面移除；



六、申請專利範圍

該拋光層具有：一約為40到70 Shore D的硬度；一在40 °C時約為100到2,000 MPa的張力模數；一約為100到1,000(1/Pa在40 °C時)的KEL以及一在30 °C到90 °C時約為1到5的E'比。

9. 根據申請專利範圍第8項之方法，進一步包含：吸引一拋光流體之錯合劑到金屬上，並保護金屬表面直到被拋光襯墊打散為止，該運動發生在拋光襯墊和金屬之間，某一小於沿拋光層之拋光表面之小於500 Å之奈米級粗糙度之平均尺寸的距離處。

10. 根據申請專利範圍第8項之方法，進一步包含：藉由在一約25 °C之室溫下置該襯墊於去離子水中24小時之方式，將該襯墊之每一線性尺寸作小於約1%的改變，並令該襯墊硬度作小於約30%的改變。

