



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201024029 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：098137727

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 06 日

(51)Int. Cl. : **B24B53/00 (2006.01)**

B24B37/00 (2006.01)

H01L21/304 (2006.01)

(30)優先權：2008/12/30 美國 12/346,264

(71)申請人：宋健民 (中華民國) (TW)

臺北縣淡水鎮中正路 32 巷 4 號

(72)發明人：宋健民 (TW)

(74)代理人：桂齊恆；閻啟泰

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 33 頁

(54)名稱

拋光墊調整修整器

PAD CONDITIONER DRESSER

(57)摘要

本發明提供一種延長一化學機械拋光墊修整器之使用壽命的方法，該修整器具有一基座以及複數設置於該基座上的超研磨顆粒，該方法可包括利用該修整器修整該化學機械拋光墊；藉由量測該拋光墊、修整器或其組合的機械性質而測定超研磨顆粒之磨損(wear)；藉由改變該拋光墊和修整器之間與超研磨顆粒之磨損有關的壓力和機體轉速(RPM)而因應該機械性質量測值，以延長修整器壽命。另外，一方法可包括以該修整器修整該化學機械拋光墊；以一實質上平行於該拋光墊之工作表面的方向振動選自於拋光墊、修整器、晶圓或其組合的元件；以及當修整器在使用時以非線性的方式隨著時間改變該拋光墊和修整器之間的壓力和/或機體轉速(RPM)，以延長修整器壽命，其中當化學機械拋光墊表面出現磨損，該壓力和 RPM 係增加的。



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201024029 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：098137727

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 06 日

(51)Int. Cl. : **B24B53/00 (2006.01)**

B24B37/00 (2006.01)

H01L21/304 (2006.01)

(30)優先權：2008/12/30 美國 12/346,264

(71)申請人：宋健民 (中華民國) (TW)

臺北縣淡水鎮中正路 32 巷 4 號

(72)發明人：宋健民 (TW)

(74)代理人：桂齊恆；閻啟泰

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 33 頁

(54)名稱

拋光墊調整修整器

PAD CONDITIONER DRESSER

(57)摘要

本發明提供一種延長一化學機械拋光墊修整器之使用壽命的方法，該修整器具有一基座以及複數設置於該基座上的超研磨顆粒，該方法可包括利用該修整器修整該化學機械拋光墊；藉由量測該拋光墊、修整器或其組合的機械性質而測定超研磨顆粒之磨損(wear)；藉由改變該拋光墊和修整器之間與超研磨顆粒之磨損有關的壓力和機體轉速(RPM)而因應該機械性質量測值，以延長修整器壽命。另外，一方法可包括以該修整器修整該化學機械拋光墊；以一實質上平行於該拋光墊之工作表面的方向振動選自於拋光墊、修整器、晶圓或其組合的元件；以及當修整器在使用時以非線性的方式隨著時間改變該拋光墊和修整器之間的壓力和/或機體轉速(RPM)，以延長修整器壽命，其中當化學機械拋光墊表面出現磨損，該壓力和 RPM 係增加的。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明主要係關於一種修整或調整一化學機械拋光 (CMP) 墊的方法。因此，本發明涉及化學和材料技術領域。

【先前技術】

化學機械拋光 (CMP) 是有效的平整化製程，其係用於製造陶瓷、矽、玻璃、石英及金屬之晶圓的半導體產業，包括層間介電層 (inter-level dielectric, ILD) 和鑲嵌金屬化 (Damascene metallization) 的製程。這種拋光製程通常需要將晶圓抵靠在由耐久性有機物質諸如聚胺基甲酸酯 (polyurethane) 的旋轉拋光墊上。含有能夠破碎晶圓物質之化學品的研磨漿被引入拋光墊上，該研磨漿額外還包括能以物理性方式侵蝕晶圓表面的研磨顆粒。該研磨漿持續地施加於旋轉的 CMP 拋光墊，可同時施加化學和機械力的雙重作用施加在晶圓上，使得晶圓能以想要的方式被拋光。

研磨顆粒在整個拋光墊表面上的分佈情形是達成研磨品質之重要因素。拋光墊之頂部通常藉由如纖維或小孔所提供的摩擦力機制來容納該等顆粒，該等纖維或小孔能提供摩擦力，其足以防止該等顆粒因拋光墊旋轉運動所產生的離心力而被甩出該拋光墊。因此，盡可能保持拋光墊之頂部的彈性與可直立起纖維的狀態，且確保有足夠的開孔以容納新的研磨顆粒皆是相當重要的。

由於來自工作件與研磨漿的碎屑累加情形，使得維持拋光墊頂部狀態成為一個難題，因為這種累加會使拋光墊頂部變得光滑 (glazing) 或硬化 (hardening)，因此使該拋光

墊不太能夠自流動的研磨漿流中容納新的研磨顆粒，此情形嚴重地減少拋光墊整體的拋光效果，因此會藉由各種不同的裝置進行梳理(combing)或切削(cutting)拋光墊頂部以試圖恢復拋光墊頂部，此步驟即為 CMP 拋光墊的修整(dressing)或調整(conditioning)；且為此目的，許多形態的裝置與方法已被使用，其中一種裝置是一具複數個結合於一表面或基座之超研磨顆粒(如鑽石)的圓盤。

新的修整盤具有尖銳且可切割該 CMP 拋光墊表面的超研磨顆粒，使該 CMP 拋光墊表面具有密集且深的表面粗糙度。該研磨漿有效地被保留於這些深的表面粗糙度，使晶圓有相當高的拋光速率。然而，持續使用後，在修整盤中的該等超研磨顆粒開始磨損，且其尖端開始逐漸鈍化；該鈍化的超研磨顆粒便無法深入地進入 CMP 拋光墊表面所需的深度，且當超研磨顆粒尖端受磨損後，會使切割槽變得更寬。此磨損效應造成寬、稀疏且淺的表面粗糙度，使用此種修整盤調整的 CMP 拋光墊無法有效地保留研磨漿，因此降低了晶圓的拋光速率。在修整盤上的超研磨顆粒會持續磨損，直到它們被壓入拋光墊中，而非切割；並且切割效率低的修整盤所會產生碎屑，且集結在 CMP 拋光墊表面上，產生不均勻的拋光，且增加晶圓的刮痕。

有鑑於此，目前仍在尋找用於建構 CMP 拋光墊修整器盤的方法，以達到最大的效能及使用壽命。

【發明內容】

因此，本發明提供一種延長用於修整化學機械拋光墊之化學機械拋光修整器之有效使用壽命的方法，該修整器

具有一基座以及複數設置於該基座上的超研磨顆粒，這種方法可包括利用該修整器修整該化學機械拋光墊；藉由量測該拋光墊、修整器或其組合的機械性質而測定超研磨顆粒之磨損(wear)；藉由改變該拋光墊和修整器之間與超研磨顆粒之磨損有關的壓力和機體轉速(RPM)而回應該機械性質量測值，以延長修整器壽命。

在另一實施例中，該方法可包括以該修整器修整該化學機械拋光墊；以一實質上平行於該拋光墊之工作表面的方向振動選自於拋光墊、修整器、被該拋光墊拋光之晶圓或任何其組合的元件，以使在拋光墊、修整器、晶圓或其組合上的機械應力最小化；以及改變該拋光墊和修整器之間的壓力和機體轉速(RPM)，包括當修整器在使用時隨著時間以非線性的方式逐漸增加該拋光墊和修整器之間的壓力和 RPM，以延長修整器壽命，其中當化學機械拋光墊表面出現磨損，該壓力和 RPM 係增加的。

因此，現在本發明僅描述一個初步、廣大的概念以及較重要的特色，因此在接下來的詳細說明中可更進一步地理解，並且在本領域所做的貢獻可能會有更佳的領會，而本發明的其他特徵將會從接下來的詳細說明及其附圖和申請專利範圍中變得更為清晰，也可能在實行本發明時得知。

【實施方式】

在本發明被揭露和敘述之前，必須了解的是以下所敘述及揭露的發明並無意限制本發明製作步驟和材料，而是延伸至所屬技術領域中具有通常知識者所能推想到的等效製作步驟及材料，而以下說明中使用專有名詞的目的係在

敘述特定實施例，亦非對本發明有任何的限制。

值得注意的是在本說明書及其申請專利範圍所使用的單數型態字眼如「一」、「該」和「其」，皆僅為先行詞，除非在上下文中清楚明白的指示為單數，不然這些單數型態的先行詞亦包括複數對象，因此，舉例來說，如一「研磨顆粒」或資「拋光墊」包括一或多個這種研磨顆粒或拋光墊。

定義

以下是在本發明的說明及專利範圍中所出現之專有名詞的定義。

在此所述的「超研磨顆粒(superabrasive particle)」、及「研磨顆粒(abrasive particle)」、「微粒(grit)」或類似用語係指超硬晶體或多晶物質或物質的混合物，包括但不限制在鑽石、多晶鑽石(PCD)、立方氮化硼(cBN)以及多晶立方氮化硼(PcBN)。再者，「超研磨顆粒(superabrasive particle)」、「研磨顆粒(abrasive particle)」、「微粒(grit)」、「鑽石」、「多晶鑽石」、「立方氮化硼」和「多晶立方氮化硼」之用語能夠互換使用。

「超硬(superhard)」與「超研磨(superabrasive)」可互換使用，且係指具有大約4000 Kg/mm²或更大之維氏硬度(Vicker's hardness)的結晶或多晶材料，或此等材料之混合物。此等材料可包括但不限制在鑽石及立方氮化硼(cBN)，以及於所屬技術領域中具有通常知識者已知的其他材料。雖然超研磨材料呈現強烈的惰性，因此難以與其形成化學鍵，但是已知如鉻及鈦之特定反應元素能夠在相當的溫度下與超研磨材料起化學反應。

在此所述的「基座(substrate)」係指具有可讓研磨顆粒結合之表面的 CMP 拋光墊修整器的基本部分(base portion)，該基本部分可為任何形狀、厚度或材料，其包括但不限制在金屬、合金、陶瓷及其混合物。

在此所述的「工作表面(working surface)」係指一 CMP 拋光墊修整器的表面，其係在操作時面對或接觸 CMP 拋光墊。

在此所述的「引導邊緣(leading edge)」係指 CMP 拋光墊修整器的邊緣，其基於 CMP 拋光墊移動的方向、拋光墊移動的方向或以上二者的前側邊緣。值得注意的是在一些情形中，該引導邊緣可考慮不僅包圍修整器邊緣之具體區域，還可包括從實際邊緣些微向內延伸的部分修整器。在一態樣中，該引導邊緣可能位於沿著 CMP 拋光墊修整器的外側邊緣。在另一態樣中，該 CMP 拋光墊修整器可能配置以具有研磨顆粒的圖案，該研磨顆粒係提供在 CMP 拋光墊修整器工作表面之中央或內部的至少一有效引導邊緣，換句話說，該修整器的中央或內部可被配置以提供與該修整器外側邊緣之引導邊緣一樣的功能性結果。

在此所述的「尖端部」係指任何晶體會形成的狹窄部份，其係包括但不限制在角落、脊部、邊緣、方尖區(obelisk)以及任何凸部。

在此所述的「壓力(pressure)」係指施加在一 CMP 拋光墊修整器和一 CMP 拋光墊之間的力，因此關於增加或減少壓力係指施加在修整器和拋光墊之間力的不同而導致壓力的增加或減少。

在此所述的「機體轉速(RPM)」係指在修整操作中，CMP拋光墊和 CMP 拋光墊修整器之間相對運動所量測之每分鐘旋轉次數。所以一或多個在運動的拋光墊以及修整器皆可被考慮在內。因此關於增加或減少 RPM 係指施加在修整器和拋光墊之間力的不同而導致 RPM 的增加或減少。

在此所述的「修整操作(dressing operation)」係指當修整器施壓且自動修整拋光墊的期間。

在此所述的「振動(vibrate)」係指以實質上水平地以前後或從一側至另一側迅速移動的方式震盪一物體。振動可依照振動程式而為連續性、間歇式、持續性變化等。因此，一 CMP 拋光墊、一 CMP 拋光墊修整器、晶圓或一具超研磨顆粒的 CMP 拋光墊修整器的能夠以想要的頻率振動以獲得最適化的拋光效能。

在此所述的「超音波(ultrasonic)」係指能夠以高於人耳可聽到之頻率而振動的任何能量。例如，這種頻率係高於約 15,000 赫茲(Hz)，或換句話說是高於每秒鐘約 15,000 的循環(cycle)。

在此所述的「實質上地(substantially)」，當使用在關於材料的量或數量或其特定的特性時係指足以提供意欲提供之材料或特性之效果的數量。可允許之誤差的實際程度在一些情形中必須依照特定內容來判斷。

在此所述的「大約(about)」係可在邊界值「高一些」或「低一些」的數值，以用於提供一數值範圍之邊界值的彈性。

這裡所述的複數個物品、結構元件、組成元素和/或材

料，基於方便可出現在一般的常見列舉中，然而這些列舉可解釋為列舉中的單一構件單獨或個別地被定義，因此，這樣列舉中的單一構件不能視為任何單獨基於在一般族群中無相反表示之解釋的相同列舉中實際上相等的其他構件。

濃度、數量以及其他數值上的資料可是以範圍的形式來加以呈現或表示，而需要瞭解的是這種範圍形式的使用僅基於方便性以及簡潔，因此在解釋時，應具有相當的彈性，不僅包括在範圍中明確顯示出來以作為限制之數值，同時亦可包含所有個別的數值以及在數值範圍中的次範圍，如同每一個數值以及次範圍被明確地引述出來一般。例如一個數值範圍「約 1 到約 5」應該解釋成不僅僅包括明確引述出來的大約 1 到大約 5，同時還包括在此指定範圍內的每一個數值以及次範圍，因此，包含在此一數值範圍中的每一個數值，例如 2、3 及 4，或例如 1-3、2-4 以及 3-5 等的次範圍等。

此相同原則適用在僅有引述一數值的範圍中，再者，這樣的闡明應該能應用在無論是一範圍的幅度或所述的特徵中。

本發明

如同先前所述，CMP 拋光墊修整器係用於修整 CMP 拋光墊，以移除髒污或碎屑，並且恢復拋光墊表面的粗糙度。表面粗糙度對於 CMP 拋光墊的功能很重要，它們能保留研磨漿並且將其導向(channel)要被拋光之材料，當 CMP 具有深且密的表面粗糙度以保留研磨漿時，會達到較高的

拋光速率。如第一圖所示，尖銳的超研磨顆粒(如鑽石)能夠在 CMP 拋光墊上切割出這種理想的表面粗糙度，其可使研磨漿的保留度最大化，且因此提供高速拋光。當使用修整器時，埋設的超研磨顆粒開始因時間磨損，且其尖端和邊緣如第二圖所示會變鈍且圓滑(rounded)。磨損的超研磨顆粒較不能有效率地切割該 CMP 拋光墊，使得在拋光墊表面所產生的表面粗糙度變淺、更寬且稀疏。第三圖為示意圖，描述超研磨顆粒的磨損和在 CMP 拋光墊上之切割圖案的後續影響，當超研磨顆粒磨損，修整器的切割圖案會改變，尖銳的超研磨顆粒(10)在該 CMP 拋光墊(14)表面切割深的表面粗糙度(12)；當超研磨顆粒開始磨損(16)，適當深度的表面粗糙度(18)被切割至該 CMP 拋光墊表面(14)；當超研磨顆粒開始嚴重磨損(20)，會切割出非常淺的表面粗糙度(22)；該超研磨顆粒最後變得磨損以致於其無法在切割和/或清理，而僅能與拋光墊表面摩擦。該拋光墊的表面變硬且有碎屑覆蓋，會增加刮蝕以及晶圓或其他工作表面損耗的速率，因此，當超研磨顆粒磨損，該 CMP 拋光墊的拋光速率會隨時間而下降。如第四圖所示，當該 CMP 拋光墊修整器的使用時間越長，拋光速率(30)會下降，而缺陷數量(32)則增加(第四圖)。

本發明人發現依照修整器之超研磨顆粒磨損之程度而改變 CMP 拋光墊修整器施加在該 CMP 拋光墊的力量，該修整器的使用壽命會延長。例如，在超研磨顆粒磨損時增加 CMP 拋光墊修整器以及 CMP 拋光墊之間的力量會增加該修整器的使用壽命；藉由增加壓力和/或 RPM，超研磨顆

粒會壓得更深入拋光墊中，因此增加切割效率。除此之外，這種壓力和/或 RPM 的增加也能夠讓超研磨顆粒接觸拋光墊表面的部分更大，不會太突出修整器表面的超研磨顆粒在增加壓力和/或 RPM 時接觸並修整該拋光墊，當嚴重磨損的超研磨顆粒將有助於損壞晶圓時，能考慮在該等超研磨顆粒完全磨損之前增加壓力和/或 RPM。因此，在一態樣中，係提供用於修整一 CMP 拋光墊，且延長一具有基座和複數設置於該基座上之超研磨顆粒的 CMP 拋光墊修整器之使用壽命的方法，該方法可尚包括藉由該修整器修整該化學機械拋光墊；藉由量測該拋光墊、修整器或其組合的機械性質而測定超研磨顆粒之磨損(wear)；藉由改變該拋光墊和修整器之間與超研磨顆粒之磨損有關的壓力和機體轉速(RPM)而回應該機械性質量測值，以延長修整器壽命。

目前的實務傾向於提供對於該 CMP 拋光墊具有固定壓力以及 RPM 的修整器，通常壓力在修整器的整個使用壽命內中約為 10 lbs。同樣地，目前修整的機器只能施加固定的壓力，且要求該機器必須停止運轉，以重新設定壓力。而相反的是，本發明之態樣中由於涉及超研磨顆粒實際或預期之磨損，所以考慮增加 CMP 拋光墊和修整器之間的壓力和/或 RPM，藉由增加所施加的壓力，該等超研磨顆粒之尖端會更深入地切入該 CMP 拋光墊表面，而仍然保持在切割的狀態。並無特定結合任何理論，相信增加與超研磨顆粒磨損有關之壓力和/或 RPM 能增加工具的使用壽命，因為增加的壓力和/或 RPM 能夠抵銷(offset)這種磨損。值得注意的是，無論所施加之壓力的多寡，若能在超研磨顆粒變

的太鈍以致於無法穿進拋光墊之前完成施加力量的增加是最有效的。壓力和/或 PRPM 或應力之增加程度能藉由檢驗切割圖案、檢驗超研磨顆粒、估計超研磨顆粒的磨損等，輕易地由所屬技術領域中具有通常知識者所決定。所施應力的量也會依照修整器的尺寸、修整器的機械特性以及所執行之拋光的種類而決定，雖然有了這些變數，但該壓力和/或 RPM 究竟要調整多少仍無法得知而付諸實現，但是於所屬技術領域中具有通常知識者一旦得知本發明揭露的內容後就能為了特定的拋光製程而快速地測定壓力和/或 RPM 所需的變數。但是在一特定態樣中，在 CMP 拋光墊和 CMP 拋光墊修整器之間的壓力和/或 RPM 會增加約 1% 至約 100%；在另一特定態樣中，該壓力和/或 RPM 會增加約 1% 至約 50%；於又一特定態樣中，該壓力和/或 RPM 會增加約 1% 至約 20%；於再一特定態樣中，該壓力和/或 RPM 會增加約 1% 至約 10%；再於另一特定態樣中，該壓力和/或 RPM 的增加會小於約 5%；又於一特定態樣中，該壓力和/或 RPM 的增加會大於約 100%。

應該了解的是，改變該壓力和/或 RPM 也包括降低該壓力和/或 RPM，特別是那些具有幾乎沒有或完全沒有磨損之超研磨顆粒的修整器。尖銳的超研磨顆粒常常切進 CMP 拋光墊的深度比所需要保持研磨漿的深度還深，這種「過分修整(overdressing)」使得超研磨顆粒磨損的太快。當超研磨顆粒太尖銳時，藉由降低拋光墊和修整器之間的壓力和/或 RPM，讓該等顆粒的整體磨損降低，以使得修整器的壽命更加延長。

CMP 拋光墊修整器和 CMP 拋光墊之間壓力和/或 RPM 增加的時機和程度可幫助測定超研磨顆粒的磨損程度。各種測定超研磨顆粒磨損程度的方法皆能考慮，而其皆被視為在本發明之範疇內，這種測定可為實際的測定或是基於計算或假設磨損的圖案而估計的。因此，當超研磨顆粒的磨損正在發生或已經發生而被測定，則可據此改變在 CMP 拋光墊修整器和 CMP 拋光墊之間所施的應力或壓力和/或 RPM，以在該 CMP 拋光墊表面保持更適當的表面粗糙度型態(如深度、寬度、密度等)。

在本發明之一態樣中，測定超研磨顆粒磨損的範圍可包括檢驗一已修整的 CMP 拋光墊表面，切入該 CMP 拋光墊表面的深度、寬度、密度等能提供所屬技術領域中具有通常知識者對於該等超研磨顆粒磨損程度的一些指示。此檢驗方法的一個優點就是不用將修整器從拋光裝置移除就能估計超研磨顆粒的磨損，這種檢驗可人為地以肉眼觀察而可伴隨著放大裝置或其他能夠清楚表現出該 CMP 拋光墊表面結構的方式，也可不需要這些即可完成；檢驗也可自動化地透過視覺影像或機械量測方法完成。

如上所述，在本發明之另一態樣中，測定超研磨顆粒的磨損能藉由量測該拋光墊、修整器或其組合的機械性質而執行，所量測的機械性質係選自於由以下所組成之群組：摩擦力、聲波放射性(acoustic emission)、溫度、拋光墊反射性、拋光墊撓曲性(flexibility)、拋光墊彈性(elasticity)以及其組合。因此，在一態樣中，所量測的機械性質為摩擦力；在另一態樣中，所量測的機械性質為聲波放射性。又

於另一態樣中，所量測的機械性質為溫度；在又一態樣中，所量測的機械性質為拋光墊反射性；尚於一態樣中，所量測的機械性質為拋光墊撓曲性；再於一態樣中，所量測的機械性質為拋光墊彈性。

實際上表面粗糙度之圖案的任何態樣能用以評估該超研磨顆粒磨損的程度，並促使壓力和/或 RPM 的改變。藉由改變切割壓力和/或 RPM 以改進至少一表面粗糙度之圖案的特性，研磨漿能更有效地保持在該 CMP 拋光墊的表面，且更均勻地分布，也可促進拋光速度，並增加修整器的使用壽命。在一態樣中，當該 CMP 拋光墊表面之平均表面粗糙度密度降低時，該壓力和/或 RPM 就會增加，而這種降低之密度係起因於寬度增加、長度縮短等因素，其也可能會導致超研磨顆粒無法有效切割。鈍的超研磨顆粒只能間歇式地切割該 CMP 拋光墊表面，致使其上的表面粗糙度降低。

在另一態樣中，當該 CMP 拋光墊表面呈現降低之平均表面粗糙度深度時，則該壓力和/或 RPM 會增加。當該等超研磨顆粒開始變鈍，其不再具有能夠切割深的表面粗糙度的尖銳尖端以及邊緣。藉由增加切割壓力和/或 RPM，該等超研磨顆粒會更朝該 CMP 拋光墊表面壓入，且更均勻的分布，因此能夠切割較深的表面粗糙度以保留更多研磨漿。

在又一態樣中，當該 CMP 拋光墊表面之平均表面粗糙度寬度減少時，該壓力和/或 RPM 就會增加。如上所述，當該等超研磨顆粒磨損，其尖端和邊緣變的圓滑且平順，而當尖端和邊緣逐漸磨損而消失，這些顆粒開始切割較寬

的表面粗糙度，而反映為目前磨損的表面。雖然增加該壓力和/或 RPM 無法將寬度縮小至鈍化前之表面粗糙度寬度的程度，但其能夠切割出更深的表面粗糙度，因此在拋光時可保留住更大量的研磨漿。

再於一態樣中，當該 CMP 拋光墊表面呈現降低之平均表面粗糙度長度時，則該壓力和/或 RPM 會增加。當該等超研磨顆粒的尖端和邊緣磨損時，其傾向於使該 CMP 拋光墊表面局部變形，而非在其上切割出表面粗糙度，因此，磨損的超研磨顆粒傾向於間歇性切割以及彎曲(deflect)該表面，而發生平均長度的表面粗糙度減少的情況。藉由增加超研磨顆粒下壓的壓力和/或 RPM，延伸其切割深度，而增加在拋光墊表面之表面粗糙度的平均長度。

除此之外，若該 CMP 拋光墊表面的表面粗糙度更深、更寬、更長或更密集，即所需要用來保留研磨漿的特徵，降低該拋光墊和修整器之間的壓力和/或 RPM 可減緩超研磨顆粒的磨損程度，並因此延長該修整器的使用壽命。

另一測定超研磨顆粒磨損程度的方法可包括檢測至少一部分設置在修整器表面的超研磨顆粒。雖然直接檢測超研磨顆粒的情況必須將修整器從該 CMP 拋光墊表面移開，但這種檢測可提供修整器表面比只有觀察工具之切割圖案更精確的評估。在此評估之後，該修整器施加在該 CMP 拋光墊表面的壓力和/或 RPM 能夠對應於所觀察之超研磨顆粒的磨損量而改變。

在測定超研磨顆粒磨損程度的另一種方法包括基於修整器的使用而估計超研磨顆粒磨的磨損。隨著時間，所屬

技術領域中具有通常知識者能夠基於先前 CMP 拋光墊修整器的磨損圖案而估計超研磨顆粒磨損的圖案，在很多情形中，這樣的估計方法由於其具成本效益的特性所以證實是有幫助的。藉由估計超研磨顆粒磨損圖案而改變該 CMP 拋光墊修整器和該拋光墊表面的壓力和/或 RPM，能避免因應停止拋光程序的要求就能檢測該 CMP 拋光墊表面或在修整器中的超研磨顆粒的情形。

各種改變 CMP 拋光墊修整器和拋光墊表面之壓力和/或 RPM 的方法都能考慮，且所有方法皆應視為在本發明之範疇內。例如，在一態樣中，改變該壓力和/或 RPM 包括手動調整。當在修整器上之超研磨顆粒已被測定為磨損，則該壓力和/或 RPM 就能考慮以手動方式改變，因此抵銷這種磨損的情形，這種手動改變會發生在觀察該拋光墊表面的表面粗糙度、檢測在修整器上超研磨顆粒的狀況或根據修整器的使用而估計磨損量之後。

也能考慮自動化改變在該 CMP 拋光墊修整器和該拋光墊表面的壓力和/或 RPM。各種自動化改變的方法都可行，包括依照超研磨顆粒磨損之觀察結果、超研磨顆粒磨損的估計、超研磨顆粒磨損的預測等而自動改變，此可包括在自動增加之後超研磨顆粒所觀測之磨損情形的通知；或者，當所使用之修整器達到超研磨顆粒磨損的估計程度準點，則可增加該壓力和/或 RPM。在一態樣中，能利用電腦自動控制改變該壓力和/或 RPM，此電腦控制可容許增高的壓力和/或 RPM 被施加在大量且須被拋光的晶圓上，因此，在一態樣中，當該等超研磨顆粒尖銳時，該壓力和/或 RPM

在開始時能藉由非常小的增加量而增加，並在其開始鈍化後逐漸藉由較大的量來增加。例如，該壓力和/或 RPM 在最初 500 片晶圓被拋光時增加約 1%，再於接下來的 500 片晶圓被拋光時增加 5%，又於接下來的 500 片晶圓被拋光時增加 10% 等。在另一態樣中，電腦控制能為各個接續的晶圓增加該壓力和/或 RPM，以更有效地延長該拋光墊的使用壽命。

其他壓力和/或 RPM 的增加方法可包括增加該壓力和/或 RPM 而無關實際或估計磨損的情形。在一態樣中，當修整器在使用時，在該拋光墊和修整器之間的壓力和/或 RPM 可依時間而逐漸增加，例如，在一態樣中，在該拋光墊和修整器之間的壓力和/或 RPM 是隨修整操作而增加。在一些情形中，當該拋光墊正在修整晶圓時，且修整器係間歇性修整該拋光墊，則該壓力和/或 RPM 是於正在進行拋光之一或多個修整操作之後增加；該壓力和/或 RPM 也能在修整器之各修整操作後增加；在另一態樣中，該壓力和/或 RPM 可在修整操作時增加。如此則能致使在修整器正接觸並主動修整該拋光墊時，增加該拋光墊和修整器之間的壓力和/或 RPM。又於另一態樣中，於拋光墊和修整器之間的壓力和/或 RPM 會在一晶圓拋光完成後增加。該壓力和/或 RPM 可在一組數量的晶圓拋光之後增加，或可在拋光各晶圓之後增加。

逐漸增加該壓力和/或 RPM 之各種非限制性的範例包括線性增加、非線性增加、指數或對數增加、階梯式增加等。該方法提供無需要求檢測或估計步驟以確認超研磨顆

粒之磨損的優點，除此之外，壓力和/或 RPM 能夠預先在磨損情形之前增加。在此情況下，能藉由預先改變而增加一 CMP 拋光墊修整器的使用壽命，而非依照超研磨顆粒磨損的結果改變壓力和/或 RPM。

各種改變壓力和/或 RPM 的方法也可包括自動偵測現象，如上所述可為超研磨顆粒磨損的特定標準。例如，當在修整器上的超研磨顆粒開始變得鈍且圓滑時，在修整器與拋光墊之間的摩擦力會增加。在一態樣中，這種因為超研磨顆粒變鈍而導致的磨擦力增加可被偵測，且在拋光墊和修整器之間的壓力和/或 RPM 會為了補償而增加。

在另一實施例中，延長一用於修整化學機械拋光墊且具有一基座和複數設置於其上的超研磨顆粒之化學機械拋光墊修整器的方法包括藉由該修整器修整該化學機械拋光墊；其中拋光墊、修整器、被該拋光墊拋光之晶圓或任何其組合的元以一實質上平行於該拋光墊之工作表面的方向振動，以使拋光墊、修整器、晶圓或其組合上的機械應力最小化；以及改變在拋光墊和修整器之間的壓力和/或 RPM，包括當修整器在使用時隨著時間以非線性的方式逐漸增加該拋光墊和修整器之間的壓力和 RPM，以延長修整器壽命，其中當化學機械拋光墊表面出現磨損時，該壓力和 RPM 係增加的。

除了改變壓力和/或 RPM 之外，本發明人已經發現在規律的調整周期中給予一 CMP 拋光墊修整器之研磨顆粒相當的振動能減少賦予超研磨顆粒的拖曳係數 (drag coefficient)，進而能帶給 CMP 拋光墊和修整器本身許多好

處。例如，減少之拖曳係數可產生具有實質上高度一致的 CMP 拋光墊表面粗糙度以及具有實質上深度一致的 CMP 拋光墊之槽或溝。除此之外，本發明人發現具有這種性質的 CMP 拋光墊有更可預期的拋光速率，並且能促進更高品質之被修整的晶圓。其他來自減少之拖曳係數的優點是 CMP 拋光墊能具有延長之使用壽命以及減少該等超研磨顆粒的磨損。

振動該 CMP 裝置(包括任何部分的 CMP 拋光墊、CMP 拋光墊修整器或晶圓)也減少材料的滯滑(Stick-Slip)效應，也就是說振動彼此相互接觸的拋光墊、修整器和/或晶圓能減少可能有害的接觸。通常材料會傾向於彼此貼附(源於摩擦力的因素)之後再鬆脫，在大多數移動的應用中，此效應並非不利、具損害性或甚至是個妨礙，然而，在處理具有這種對於厚度和表面變異性有高度耐受性的材料時，這些滯滑效應會非常不利。包括更為有效地拋光和修整，而振動的 CMP 且在兩個製程中能夠因為減少之滯滑而皆會有較少的撕裂和變形，更能藉著振動讓研磨漿(若完全使用時)消耗減少而增加此製程的效能，該振動能讓研磨漿顆粒在被移除前被使用更多次，並減少滯滑效應的結果。

已經發現該等顆粒的振動式移動能有效促進該等顆粒的磨損，也促進一 CMP 拋光墊的復原性質，就功能上來說，振動能降低拋光墊材料的量以及與該等超研磨顆粒接觸的頻率。當該等超研磨顆粒以超音速振動並切割至該 CMP 拋光墊中，材料一致的部份會在該等超研磨顆粒的兩側被取代，因此產生均勻的表面粗糙度高度，以促進晶圓的均勻

拋光。此外，最小化的拖曳係數能藉由在一修飾(grooming)程序中限制與該 CMP 拋光墊材料接觸的量而降低磨損，並延長該等超研磨顆粒的使用壽命。

因此，降低 CMP 拋光墊顆粒上的拖曳係數的方法，能使 CMP 拋光墊表面粗糙度產生具有實質上均勻高度和具有均勻深度之槽。均勻的高度和深度能藉由施加與修整器顆粒特定的振動而產生。特別地是，該等顆粒能以橫向、圓形、橢圓形或其他隨機且實質上平行於該 CMP 拋光墊之工作表面的運行而振動。在本發明之一態樣中，該等顆粒為橫向振動，即邊對邊(side to side)，使得拖曳情形因著與拋光墊接觸量的減少而能夠減少。已知當顆粒實質上平行於該 CMP 拋光墊之工作表面振動，而非垂直地振動或垂直於該拋光墊之工作表面，更能使拖曳量明顯地減少，因此，能夠獲得很多 CMP 拋光墊以及修整器的優點，使得表面粗糙度尺寸均勻化和最小化。

振動器或振動來源可放置在 CMP 裝置的各種位置，該振動器可接合在 CMP 拋光墊的任何位置，以一實質上平行於該 CMP 拋光墊工作表面的方向產生振動。例如包括結合或耦接於該 CMP 拋光墊的側邊或周圍、結合至該 CMP 拋光墊底面的任何部分(即於工作表面反向側的拋光墊基座)、結合至該 CMP 拋光墊的側邊，包括以任何型態結合至該 CMP 拋光墊(即桿體、襯裡(backing))等。同樣地，結合至該 CMP 拋光墊修整器可結合至該基座的側邊、該工作表面的周圍、該修整器的底面、在桿體或其他包裝物等。結合至晶圓可以藉由裝置(如護環)結合至晶圓，或藉由任何於所

屬技術領域熟知的技術直接結合至晶圓。

在本發明中，該 CMP 拋光墊修整器或 CMP 拋光墊至少有一耦接於該修整器的振動器，其係設置在能夠以一實質上平行於與該 CMP 拋光墊修整器接合之 CMP 拋光墊工作表面的方向振動該修整器。雖然需要複數振動器讓超研磨顆粒得到適當的振動，但也可僅以一振動器能耦接於該 CMP 拋光墊修整器。伴隨振動器的使用，該振動器能在該 CMP 拋光墊修整器之超研磨顆粒上產生振動，而後減少拖曳係數。該振動器可為任何能夠產生在此所述有益之振動的類型。可使用任何電子/機械式驅動系統以產生想要的振動，根據本發明之一態樣，該振動器可為具有壓電材料的變送器(transducer)，或者，該振動器可為具有導電電線之線圈的螺線管(solenoid)，這些實施例並無特別的限制，其他振動器型態皆能使用。在其他實施例中，複數振動器(如超音波變送器、螺線管或其組合)能耦接於該修整器位於以實質上平行於該 CMP 拋光墊工作表面的方向振動該修整器和顆粒的位置。該振動可為方向性集中或擴散。除此之外，能藉由放大器而放大振動或藉由阻尼板(如壓克力板)而減弱振動。在一些態樣中，該振動可被方向性地控制，包括能夠使用前後方向、圓形、正方形、八邊形、矩形、三角形或其他簡單或複雜之方向性振動運動(movement)與圖案。

可用多於一個的振動器。在一實施例中，該等振動器可設計而產生對稱的振動，而達到共振。在另一實施例中，從複數振動源來的振動為非對稱的，因此產生的變化性可跨越該拋光墊和/或晶圓。一部分的拋光墊有最小消耗量是

有利的，因此該等振動在此區域中會被加強，使得該拋光墊外觀有平坦的效果。這種設計能平衡拋光墊的使用，且有助於使晶圓呈現更均勻的厚度或更平坦的表面。

本發明所使用的頻率範圍約從 1 KHz 至約 1000 KHz；功率範圍可從約 1 W 至約 1000 W。如先前所述，賦予該 CMP 拋光墊修整器之超研磨顆粒的振動來自於振動器或振動方式(如壓電變送器)，在使用時，除了先前所述的方向之外，該 CMP 拋光墊修整器或 CMP 拋光墊能夠以實質上平行於該 CMP 拋光墊之工作表面進行橫向、圓形、橢圓形或隨意動作的振動；或者，該振動可完全以平行該 CMP 拋光墊之工作表面的方向進行。該壓電變送器適合以大於約 15 KHz 的超音波頻率振動該等顆粒，通常高於人耳所能聽到的頻率(即高於約每秒 15,000 次)會被視為超音波。在一實施例中，該振動器能以約 20 KHz 的頻率震盪該等顆粒。

在又一實施例中，該超音波振動可大大地促進在該 CMP 拋光墊上分散研磨漿的程序。研磨漿顆粒(那些作為部分研磨漿以在 CMP 製程中提供幫助或那些已將要研磨之物體移除的顆粒)傾向於反向影響該拋光製程。這些顆粒能建立在部分的 CMP 拋光墊，並且刮蝕欲被拋光的物體(如晶圓)。超音波振動能分散研磨漿顆粒，並提供機械動力以更有效地移除硬化(glazed)材料以及碎屑。

在本發明之另一實施例中，該振動器能被調整為控制該等超研磨顆粒振動運動，以及各顆粒的拖曳係數，以獲得最適化的拋光過程。控制或調整超音波波長的振動頻率、振幅或二者能改變所使用之 CMP 拋光墊修整器的拋光效

能，特別的是，較高的頻率能產生具有較高突起和/或較深之槽的表面粗糙度；或者增加該超音波振動的振幅也會影響表面粗糙度的尺寸，而能產生讓更多研磨漿進入該拋光墊表面的表面粗糙度，因此增加系統整體的拋光效能。實際上，控制該振動頻率以及振幅會改變各修飾(grooming)之超研磨顆粒的拖曳係數，進而改變各表面粗糙度的尺寸，能實施這種實施例而使各種應用獲得最理想的拋光效能。例如，對於易碎之晶圓表面的氧化層最理想的拋光需要增加頻率以及減少振幅；另一方面，降低振動頻率與增加振幅能更有效地拋光晶圓上的金屬層(如銅電路)。再者，當其他聚氨酯型材料使用於形成一 CMP 拋光墊，且其在拋光墊修整程序中呈現不同反應時，控制振動特性是必須的。

在一實施例中，該振動能為持續性的或間歇式的。除此之外，該振動能作為複數步驟中的一部分而被執行，或者作為一個在拋光程序中的特定時間選擇不同振動參數的程序(program)，該等振動參數包括但不限制在頻率、振幅和來源；通常大的振幅能產生較快的移除速度，但伴隨著較大的損壞可能性，而高頻率低振幅能夠較慢地拋光，且伴隨著較佳的研磨效果。因此，能夠合理得知一個拋光程序開始於大的振幅，而後改變為高頻率低振幅的振動能有助於在較快的時間內產生已拋光材料，且比使用一組振動參數具有較佳的研磨效果。該程序能夠持續性地改變，如從大的振幅隨著時間改變為小的振幅，或者能夠隨著相異及不同的階段而改變，如從大振幅立即改變為小振幅，而在此改變進行中可有或無暫停時間。

舉例來說，在移除銅的情況下，能控制該 CMP 程序於一開始銅表面還很粗糙的時候以高振幅低頻率快速地移除，而後當端點接近則立即(ramped down)轉換至高頻率低振幅，例如當在銅層下的氮化鉭屏障層暴露出來的時候。再者，該等振動參數能夠依照特定條件的協調性而修飾，例如研磨漿的添加、研磨漿的黏度、新的晶圓、不同的晶圓類型、新的或不同的拋光墊調整器或修整器、以及其他能夠反應影響拋光墊情況的變數。在另一態樣中，該等振動可產生至少部分 CMP 拋光墊的溫度增加至少約 5°C ；在另一實施例中，溫度增加至少 20°C 。除此之外，當本發明使用各種壓力、RPM 以及振動的方法能在延長化學機械拋光墊修整器的使用壽命方面產生協同效應。

需要瞭解的是以上所述之組成以及方法皆僅是在描述本發明的較佳實施例，許多改變及不同的排列亦可以在不脫離本發明之精神和範圍的情況下被於本領域具通常知識者所設想出來，而申請範圍也涵蓋上述的修飾和排列。

【圖式簡單說明】

第一圖係超研磨顆粒顯示幾乎無磨損的照片。

第二圖係超研磨顆粒顯示些微磨損的照片。

第三圖係描述本發明一實施例的超研磨顆粒，並描述該等超研磨顆粒產生之可能的(potential)切割圖案。

第四圖係描述本發明一實施例隨時間的研磨速率和缺陷計數的範例。

【主要元件符號說明】

- | | |
|--------------|------------|
| (10) 超研磨顆粒 | (12) 表面粗糙度 |
| (14) CMP 拋光墊 | (16) 磨損 |
| (18) 表面粗糙度 | (20) 嚴重磨損 |
| (22) 表面粗糙度 | (30) 拋光速率 |
| (32) 缺陷數量 | |

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 98/22227

※申請日： 98.11.6

※IPC 分類：B24B 53/00 (2006.01)
B24B 27/00 (2006.01)
H01L 21/304 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

拋光墊調整修整器 / PAD CONDITIONER DRESSER

二、中文發明摘要：

本發明提供一種延長一化學機械拋光墊修整器之使用壽命的方法，該修整器具有一基座以及複數設置於該基座上的超研磨顆粒，該方法可包括利用該修整器修整該化學機械拋光墊；藉由量測該拋光墊、修整器或其組合的機械性質而測定超研磨顆粒之磨損(wear)；藉由改變該拋光墊和修整器之間與超研磨顆粒之磨損有關的壓力和機體轉速(RPM)而因應該機械性質量測值，以延長修整器壽命。另外，一方法可包括以該修整器修整該化學機械拋光墊；以一實質上平行於該拋光墊之工作表面的方向振動選自於拋光墊、修整器、晶圓或其組合的元件；以及當修整器在使用時以非線性的方式隨著時間改變該拋光墊和修整器之間的壓力和/或機體轉速(RPM)，以延長修整器壽命，其中當化學機械拋光墊表面出現磨損，該壓力和 RPM 係增加的。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種延長用於修整化學機械拋光墊之化學機械拋光墊修整器之使用壽命的方法，該修整器具有一基座以及複數設置於該基座上的超研磨顆粒，該方法包括：

藉由該修整器修整該化學機械拋光墊；

藉由量測該拋光墊、修整器或其組合的機械性質而測定超研磨顆粒之磨損(wear)；

藉由改變該拋光墊和修整器之間與超研磨顆粒之磨損有關的壓力和機體轉速(RPM)而因應該機械性質量測值，以延長修整器壽命。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該量測的機械性質係選自於由以下所組成之群組：摩擦力、聲波放射性(acoustic emission)、溫度、拋光墊反射性、拋光墊撓曲性(flexibility)、拋光墊彈性(elasticity)以及其組合。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中改變該壓力和 RPM 包括逐漸增加該拋光墊和修整器之間的壓力和 RPM。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中該壓力和/或 RPM 隨時間的逐漸增加為非線性指數(exponential)增加。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中改變該壓力和 RPM 包括自動增加該壓力以因應所增加之超研磨顆粒的磨損。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其尚包括以一實質上平行於該拋光墊之工作表面的方向振動選自於拋光

墊、修整器、被該拋光墊拋光之晶圓或任何其組合的元件，以使在拋光墊、修整器、晶圓或其組合上的機械應力最小化。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該修整器係以橫向、圓形、橢圓形或隨機運行且實質上平行於該 CMP 拋光墊之工作表面而振動。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該振動僅為平行於該拋光墊之工作表面的方向。

9. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該振動為大於 15 kHz 的超音波頻率。

10. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該振動為持續性的。

11. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該振動為擴散的(diffused)。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中當該化學機械拋光墊之表面呈現減少之平均表面粗糙度密度、平均表面粗糙度深度、平均表面粗糙度寬度、平均表面粗糙度長度或其組合時，該壓力和 RPM 增加。

13. 一種延長用於修整化學機械拋光墊的化學機械拋光墊修整器之使用壽命的方法，該修整器具有一基座以及複數設置於該基座上的超研磨顆粒，該方法包括：

藉由該修整器修整該化學機械拋光墊；

以一實質上平行於該拋光墊之工作表面的方向振動選自於拋光墊、修整器、被該拋光墊拋光之晶圓或任何其組合的元件，以使在拋光墊、修整器、晶圓或其組合上的機

械應力最小化；以及

改變該拋光墊和修整器之間的壓力和機體轉速(RPM)，包括當修整器在使用時隨著時間以非線性的方式逐漸增加該拋光墊和修整器之間的壓力和 RPM，以延長修整器壽命，其中當化學機械拋光墊表面出現磨損，該壓力和 RPM 係增加的。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之方法，其尚包括測定超研磨顆粒之磨損(wear)。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中測定超研磨顆粒之磨損(wear)包括量測該拋光墊、修整器或其組合的機械性質。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中量測機械性質係選自於由以下所組成之群組：摩擦力、聲波放射性(acoustic emission)、溫度、拋光墊反射性、拋光墊撓曲性(flexibility)、拋光墊彈性(elasticity)以及其組合。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之方法，其中測定超研磨顆粒尚包括檢測一經修整之化學機械拋光墊表面。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中當該化學機械拋光墊之表面呈現降低之平均表面粗糙度密度、平均表面粗糙度深度、平均表面粗糙度寬度、平均表面粗糙度長度或其組合時，該壓力和 RPM 增加。

19. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中測定超研磨顆粒尚包括基於修整器的使用而估計超研磨顆粒磨的磨損。

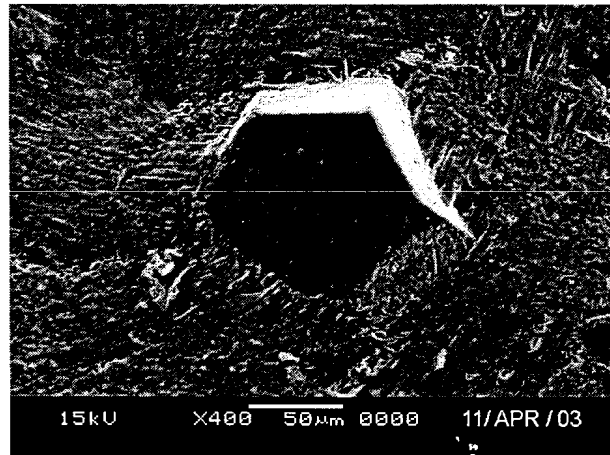
20. 如申請專利範圍第 13 項所述之方法，其中該振動

係在大於 15 千赫(KHz)的超音波頻率下僅以平行該拋光墊之工作表面的方向進行。

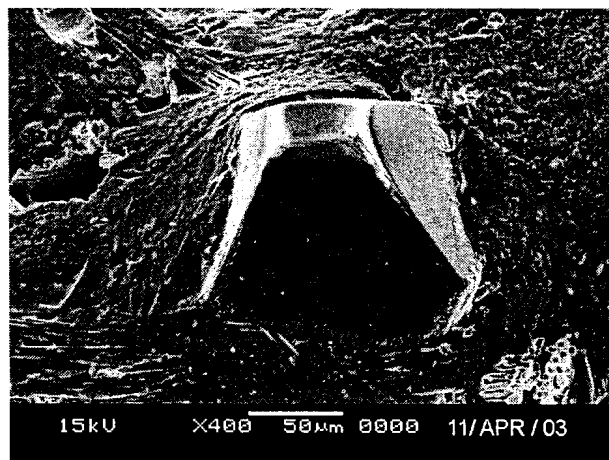
八、圖式：(如次頁)

係在大於 15 千赫(KHz)的超音波頻率下僅以平行該拋光墊之工作表面的方向進行。

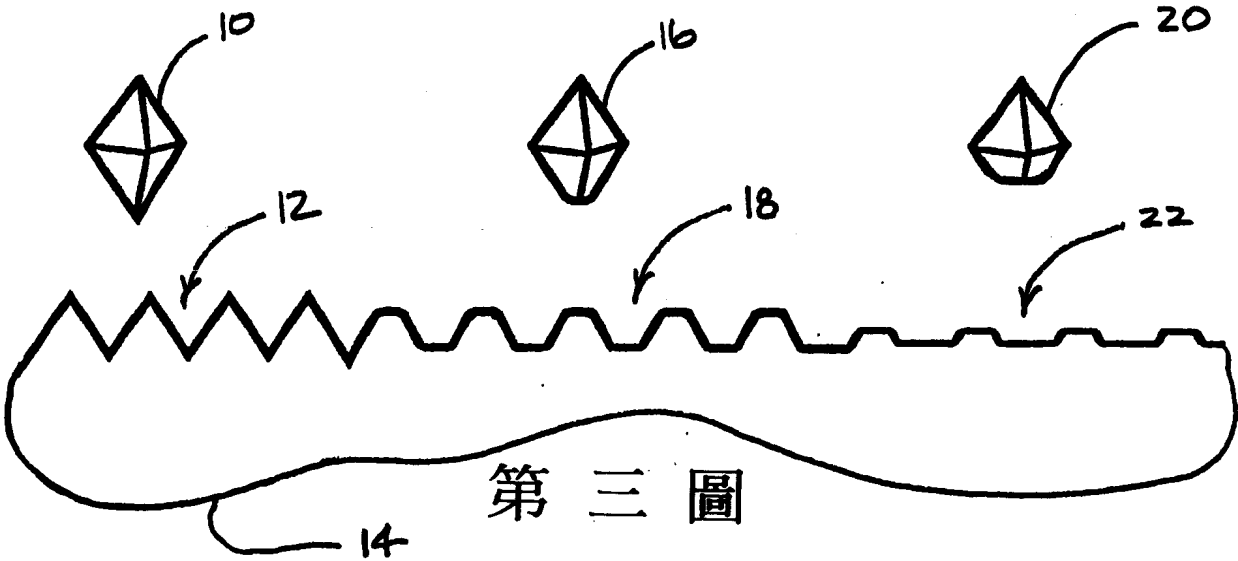
八、圖式：(如次頁)



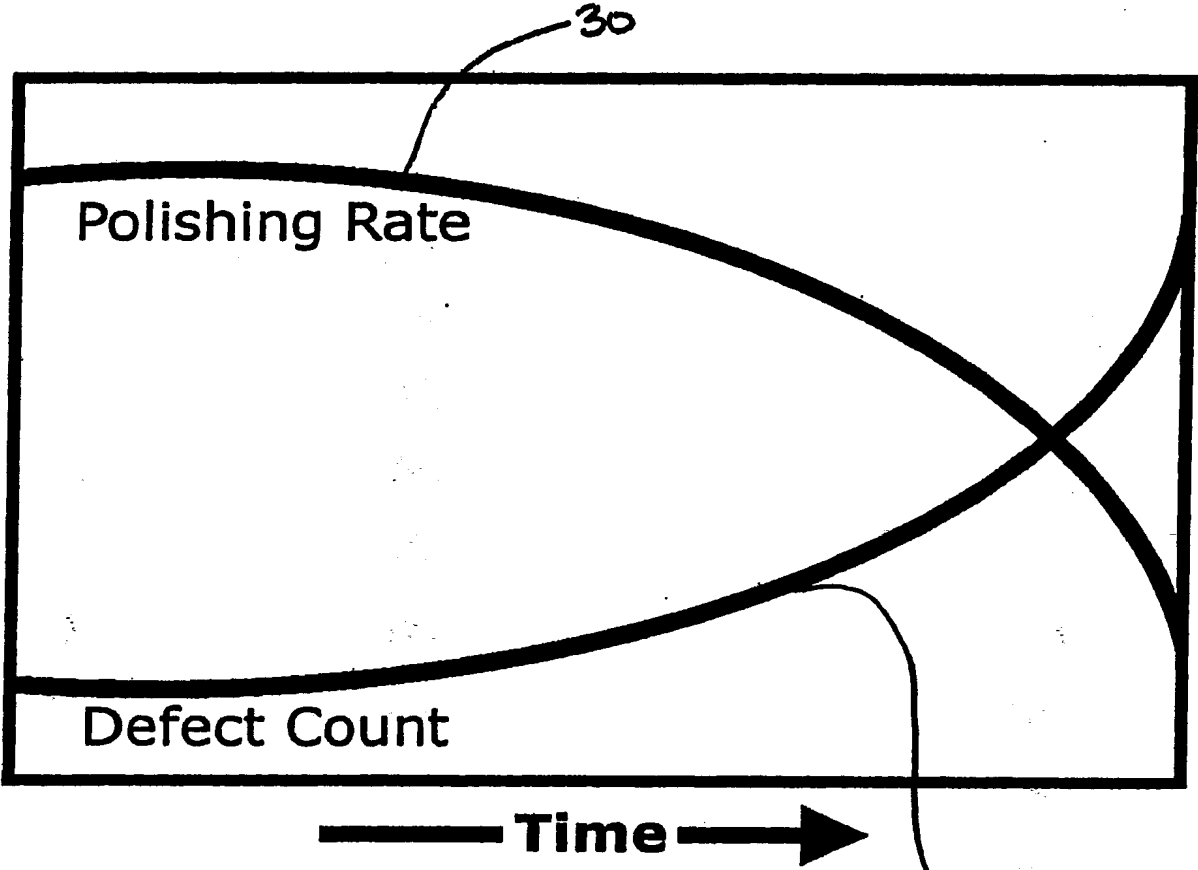
第一圖



第二圖



第三圖



第四圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：無

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：