

申請日期	
案 號	
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

~~發新~~ 發明專利說明書

一、 發明 名稱	中 文	用於化學機械研磨屏障層材料之方法與組合物
	英 文	METHODS AND COMPOSITIONS FOR CHEMICAL MECHANICAL POLISHING BARRIER LAYER MATERIALS
二、 發明 創作	姓 名	5. 陳良毓 Liang-Yuh Chen 6. 羅特森莫拉得 Ratson Morad 7. 瑞喜德馬夫里 Rashid Mavliev
	國 籍	5. 中華人民共和國 6. 以色列 7. 俄羅斯
三、 申請 人	住、居所	5. 美國加州佛斯特市墨爾本街 1400 號 1400 Melbourne Street, Foster City, California 94404, U.S.A. 6. 美國加州帕羅亞圖索拉娜大道 4157 號 4157 Solana Drive, Palo Alto, California 94306, U.S.A. 7. 美國加州尤尼特坎貝爾西陵肯大街 357 號 357 W. Rincon Ave., Unite Campllell, CA 95129, U.S.A.
	姓 名 (名稱)	美商·應用材料股份有限公司 APPLIED MATERIALS, INC.
三、 申請 人	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號 3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A.
三、 申請 人	代 表 人 姓 名	瓊西 J. 史維尼 Joseph J. Sweeney
	代 表 人 姓 名	瓊西 J. 史維尼 Joseph J. Sweeney

第 1-2 頁

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS) A4 規格 (210×297公釐)

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： 有 無主張優先權

本案已向美國申請專利；申請日：1. 2001年7月13日 案號：60/305,314號
2. 2002年2月1日 案號：60/353,421號

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明()

發明領域：

本發明的實施例大體上係關於半導體元件的平坦化及關於使用研磨技術之物質移除的方法與組合物。

發明背景：

半導體工業對於將半導體性能推向更快的焦點最近已從前端元件性能轉移至後端內連線。此技術的核心所在之多層內連線結構需要將形成在高深寬比孔內，包括接點，介層孔，接線及其它特徵結構在內，的內連線特徵結構平坦化。這些內連線特徵結構之可靠的形成及 0.13 微米與更小的特徵結構之可靠的製造對於下一代的大型積體電路 (VLSI) 及超大型積體電路 (ULSI) 及對於提高每一基材或晶粒上的電路密度與品質的持續努力而言是非常地重要的。

平坦化在鑲嵌內連線處理用以移除過多的沉積物質及對於提供一平坦的表面供後續層的金屬化及處理是非常有用的。平坦化亦可被用來移除不想要的表面拓撲及表面缺陷，如粗糙表面，結塊的物質，結晶格損傷，刮痕，及受污染的物質。化學機械平坦化，或化學機械研磨 (CMP) 是將基材平坦化經常使用到的技術。CMP 使用兩個形式來將基材平坦化。一種形是為化學組合物，典型地為一泥漿，一研磨組合物，或其它的流體媒介，用來將物質從基材上移除掉，另一形式為機械力，其經由一研磨墊，如一傳統的研磨墊或一固定式拋光 (buffing) 研

五、發明說明()

磨墊，施加在該基材上。

當半導體元件尺寸縮小至 0.13 微米或更小時，半導體元件速度降低，介於電線之間的串音 (cross-talk) 及熱延遲會增加 (RC 延遲)。為了要將 RC 延遲最小化及為了要進一步改善在一積體電路上半導體元件的集積密度，半導體工業使用具有低電阻係數 (銅為 $1.7 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ ，鋁為 $3.1 \mu \Omega \cdot \text{cm}$) 的導電物質作為形成在具有低介電常數 (k) 的絕緣材質上的特徵結構內的導電體。低 k 在本文中界定為具有一小於 4.0 之介電常數值，4.0 的 k 值為傳統的 SiO_2 的介電常數值。例如，氟化矽玻璃 (FSG) 的介電常數值約為 3.6，而摻雜了碳的氧化矽物質的介電常數值則小於 3。

在 0.13 微米或更小的技術節點上有兩種主要的介電物質在競爭：摻雜了碳的氧化矽物質及旋施介電物質。這兩種物質在處理內連線上都產生挑戰性。當使用低 k 介電物質時緩產生兩種挑戰：低 k 介電物質的機械性硬度及低 k 物質與相鄰物質的界面處的黏著性。又，在低 k 物質的上面需要形成一保護層用以防止該低 k 物質曝露於濕氣中及對底下的低 k 物質提供良好的黏著性。這些不利的結構上的失效及黏著力的失效會造成侵略性處理所形成的傷害及缺陷並需要在一 CMP 處理中的剪力及摩擦力很小。剪力或摩擦力與向下的負荷力大致成正比。因此，該等條件進一步意謂著在處理期間，向下的負荷力，典型地以磅作單位，及研磨壓力，其代表向下負荷力除以研磨面積的值且典型地以 psi 為單位，必需很小。

五、發明說明()

低 k 物質的集積方法必需瞭解這些基本的集積變化，及因此關於機械特性，化學上的交互作用及介電質穩定性的技術變得很重要。

集積議題在超過 0.13 微米低 k 技術上是更加的困難。一般咸認未來的 k 值必為 2.2 或更小。達到低 k 數值的路徑之一為將孔(pores)導入氧化矽基的物質中以形成多孔性的聚合物。多孔性的導入會導致低 k 物質之機械上一致性的降低並影響到處理的性能。

此外，銅會擴散至周圍的物質，如低 k 介電物質，中。因此，在銅沉積之前，阻障物質先被沉積於形成在低 k 介電物質上的特徵結構中用以降低銅擴散至周圍的物質中或將其最小化。

典型地，垂直或水平的內連線係藉由一鑲嵌或雙鑲嵌處理來形成。在雙鑲嵌方法中，一或多種介電物質，如低 k 介電物質，被沉積且被蝕刻成圖案用以形成垂直的內連線，如介層孔(via)，及水平的內連線，如接線。導電物質，如含銅物質，及其它物質，如用來防止銅擴散至周圍的低 k 介電質中之阻障物質，被放入該被蝕刻的圖案中。在該蝕刻的圖中外面之任何過多的含銅物質及其它過多的阻障物質，如在基材上的物質，都將被移除。

在鑲嵌或雙鑲嵌方法沉積物質之後，最上一層的基材表面會變成非平面的且需要平坦化。傳統上，在驗磨具有特徵結構，如藉由沉積一阻障層於一孔內而形成的

五、發明說明()

一雙鑲嵌特徵結構，及一沉積在該阻障層上的導電層，如銅層，的基材時該導電層被研磨至該阻障層，然後該阻障層被研磨至底下的介電層用以形成該特徵結構。在大多數的傳統應用中，通常都會遭遇到侵蝕(erosion)及圓盤化(dishing)的問題。在本文中，"侵蝕"一詞係指在緻密的陣列中的介電物質與在開放區域中的介電物質在高度上的差異。"圓盤化"一詞係指介電物質的最高點與銅特徵結構的中心點兩者間在高度上的差異。

低 k 物質的侵蝕典型地發生在緻密陣列中且被認為部分係歸因於壓力的增加，壓力的增加是因為凹部的存在，銅較少，而在緻密陣列與開放區域之間產生一壓力差。因此，在緻密陣列區內的移除率大於在開放區域的移除率。此外，增加研磨壓力及延長研磨時間來確保銅層的移除會導致阻障層的過度研磨及拓樸缺陷，如凹坑或凹部，其被稱為圓盤化。

圓盤化造成一非平面的結果其將妨礙後續微影成像步驟期間印出高解析度的線及對後續的基材表面拓樸與元件形成有不利的影響。圓盤化對於元件的性能亦有不利的影響，因為其會降低元件的導電性及增加其電阻，這與使用高導電物質，如銅，的好處是相違背的。此外，提高研磨壓力及延長研磨時間來確保銅層的移除會導致在被研磨的特徵結構的上部的阻障層過度研磨及將周圍的介電物質曝露給銅物質。

然而，在低壓力下研磨基材會導致移除率降低及降

五、發明說明()

低基材產出率的結果。阻障物質，如鈮(Ta)及氮化鈮(TaN)，是化學上鈍態的且很難在低壓力下研磨，造成有大量阻障物殘留的問題，即使是在用對於阻障物質具有高選擇性的研磨組合物研磨之後亦然。而且，在底下的介電物質的頂部上的其它低黏著性蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射鍍層物質現都將被曝露於基材表面上。藉由強力的機械式研磨所獲得之阻障殘留物及這些保護物質的過度研磨亦謂著金屬損失，縫隙傷害或元件缺陷。在另一方面，低研磨壓力將無法充分地去把想要移除掉的阻障物質完全從一基材表面上移除掉。此等留在基材表面上之阻障物質或殘留物對於元件的形成會有不利的影響，如在元件之間形成短路，會降低元件良率，降低基材產出率，及對於基材表面的研磨品質有不利的影響。在另一方面，在低壓力及高速度下的研磨會因為滑掠效應而無效。

因此，對於有助於以高移除率來對具有低 k 物質之基材進行有效地阻障物質移除之研磨組合物及處理存在著需求。

發明目的及概述：

本發明的實施例大體上提供使用低的向下力量來將一基材表面平坦化的方法及組合物。本發明的態樣提供組合物及使用包括低研磨壓力，研磨組合物，不同研磨速度，選擇性研磨墊，及選擇性研磨溫度在內的研磨條

五、發明說明()

件的組合藉由化學機械研磨技術來移除阻障層的方法以達到少的殘留物及最小的接縫損傷。本發明的態樣可藉由運用一多步驟處理來達成，該多步驟處理包括在低研磨壓力下依序的 CMP 用以移除被沉積之阻障層材質。

在一實施例中，一種化學機械研磨一基材的方法被提供，該基材具有介電物質，阻障物質，及沉積於基材上的金屬導電物質。該方法包括以一第一研磨壓力及一第一平台速度在一第一組合物被施用於一研磨墊上的情形下研磨在一平台上該基材，及以一第二研磨壓力及一第二平台速度在一第二組合物被施用於一研磨墊上的情形下研磨在一平台上該基材。該第一研磨條件係用來移除阻障物質及第二研磨條件係用來移除任何殘留的阻障物質。在另一實施例中，第二研磨條件亦被用來移除沉積在該介電物質上部的蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射鍍層物質的至少一部分。

在另一實施例中，該第一組合物包括從二元羧酸，三元羧酸及其組合的組群中選取的至少一還原劑，從葡萄糖，羥機胺及其組合的組群中所選取的至少一還原劑，及去離子水，其中該組合物具有約為 7 或更低的 pH 值。或者，該第一組合物包括高達約至少 1% 重量百分比的至少一還原劑其選擇性地將鈦或氮化鈦從特徵結構部分的緻密陣列上移除掉，高達 1% 重量百分比的至少一還原劑其選擇性地將鈦或氮化鈦從該基材之未經蝕刻的區域上移除掉，及去離子水，其中該組合物具有約為 7 或更低

五、發明說明()

的 pH 值。該第二組合物包括高達約 30% 重量百分比的研磨顆粒，高達約 1% 重量百分比腐蝕抑制劑，至少一 pH 緩衝劑，去離子水，及一介於約 3 至 12 的 pH 值。

在另一實施例中，一種化學機械研磨一具有介電常數為 3.5 或更小的介電物質之基材的方法包括用一第一及第二化學機械研磨處理來研磨該基材表面。該第一及第二化學機械研磨處理提供一約 2psi 或更小的研磨壓力，一約每秒 65 公分(65cps)或更高的平均平台表面速度，最好是約 260cps 或更高，及/或一約 55°C 或更高的研磨溫度。

在一態樣中，本發明提供可與一約 195cps 或更高的平均平台表面速度相容之選擇性研磨墊的使用，及用低向下的負荷力量，即一約 2psi 或更小的研磨壓力，來研磨該基材表面。

在另一態樣中，本發明提供用低的向下負荷力量研磨該基材表面用以在一第一移除率下移除沉積在該基材表面上的一阻障層及在一第二移除率下移除任何殘留的阻障物質。在許多的速度及壓力組合下，第一移除率可被提高到約 200 埃/分中或更高，如 1000 埃/分鐘或更高，及該第二移除率可被提高至約 200 埃/分鐘。

在另一態樣中，本發明提供一第一研磨組合物用來移除一大部分的阻障層，其阻障物質對銅物質的比例約為 5:1 或更高，最好是 20:1 或更高。本發明提供一第二研磨組合物用來將任何殘留的阻障物質從基材表面上

五、發明說明()

移除，其阻障物質對銅物質對介電物質的比例介於約為 1:1:1 至約 1:1:10 之間。該第二研磨組合物非必要地可移除在低 k 物質上的蓋層物質，硬質罩幕，及/或元反射塗層物質的至少一部分。

發明詳細說明：

本發明的實施例在本文中係參照用 CMP 在低研磨壓力下以最少的過多導電物質殘留及顯著地降低侵蝕，圓盤化及缺陷下，將一具有低 k 介電物質的底下層之阻障層的平坦化方法來作說明。

本文中所用的字及詞應被給予熟悉此技藝者一般習知的意義，除非它們被另外加以定義。化學機械平坦化或化學機械研磨(CMP)係藉由化學作用，機械作用，或化學與機械作用的組合來將物質從一基材表面上移除。在某些系統中，一基材是在有一研磨流體，其亦被稱為泥漿，存在下於一研磨墊上被研磨，該泥漿包含有可將物質從被研磨的基材表面上移除或研磨掉的反應性化學物及研磨物。在一研磨墊，具有或不具有研磨物的化學性反應研磨流體，及一基材表面之間的交互作用施加一化學的及機械的力量於該基材上，其可將該基材表面平坦化以獲得外露物質之受控制的研磨結果。在一固定式的研磨系統中，一被稱圍固定式研磨墊的研磨墊被使用，其包括研磨物且不需要該泥漿中含有研磨顆粒。

一層或物質的大量(bulk)部分為被沉積在一基材上的

五、發明說明()

物質，其數量多於填充形成在基材表面上的特徵結構所需的量並完全覆蓋該基材表面。殘留物質為在一或多個研磨步驟之後仍留在一基材的區域上之任何過多的物質。一基材的區域為介於形成在基材上之特徵結構之間的區域。

蓋層物質為被沉積在介電物質的頂部上用來在後續的處理步驟期間保護介電物質不會曝露於蝕刻劑或濕氣中的物質。硬質罩幕為被沉積在介電物質的頂部上用來幫助介電物質的蝕刻並改善溝渠/介層孔的解析度的物質。抗反射塗層物質為在光阻之前被沉積在介電物質的頂部上用來改善溝渠/介層孔微影成像的解析度。典型的保護性物質，如蓋層物質，硬質罩幕及抗反射塗層物質，包括氮氧化矽 (SiO_xN_y)，碳化矽 (SiC)，碳氧化矽 (SiO_xC_y) 及其之組合。這些物質典型地不是單獨的就是成組地被沉積在介電物質的頂部上並具有一介於約 100 埃至約 800 埃的厚度。

對於 CMP 處理而言選擇性為兩種不同的物質在相同的研磨條件下的移除率的比例。一 CMP 處理的移除率 (RR) 為在一定的時間內物質被移除的一平均量。移除率通常是由被稱為 Preston 等式 $RR = K_p \times P \times V$ 來表示，其中 K_p 為 Preston 係數， P 為研磨壓力，及 V 為研磨墊相對於工件的速度。因此，已除率直接與研磨墊速度及壓力兩者成正比。又，研磨移除率在沒有壓力或速度時為 0。大多數的 CMP 處理都依循該 Preston 等式，及 K_p 與處理變數相

五、發明說明()

關，如泥漿組合物與研磨墊特性。

向下的負荷力量，典型地單位為磅，為直接或間接施加於基材上的力量。

在本文中，"含銅物質"，"銅"及符號 Cu 一詞係包含高純度的原元素銅以及經過摻雜的銅及以銅為基礎的合金，如包含至少 80%重量百分比的銅之經過摻雜的銅及銅合金。

化學機械研磨處理

本發明的實施例包括一多步驟處理用來將物質從一基材上移除，其包括以一第一向下的負荷力量(即，一第一研磨壓力)在一第一移除率下使用一第一研磨組合物來研磨該基材表面用以移除大部分的阻障層的大量(bulk)部分，及以一第二向下的負荷力量(即，一第二研磨壓力)在一第二移除率下使用一第二研磨組合物來研磨該基材表面用以將任何的殘留物以及被單獨地或成組地沉積在底下的介電物質上部的蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射塗層物質的至少一部分從基材表面上移除。

在一態樣中，該處理包括藉由施加一向下的負荷力量於該基材表面上而在一低研磨壓力下研磨一具有底層的介電物質，如低 k 物質，的基材的表面。用來將此一基材表面平坦化的方法包括第一研磨條件用以選擇性地移除大量物質，如大量的(bulk)阻障物質，及第二研磨條件用以非選擇性地移除任何殘留的阻障物質。此外，該

五、發明說明()

第二研磨技術可將被單獨地或成組地沉積在底下的介電物質上部的蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射塗層物質的至少一部分從基材表面上移除。

在一實施例中，該方法包括在一約 65cps 或更高，最好是 260cps 或更高，的平均平台速度下研磨該基材表面，對於一 20 英吋的平台而言該速度約等於每分鐘 200 轉(200rpm)或更高速。該方法與低向下的負荷力量相配，因此其研磨壓力約 2psi 或更小，最好是約 1psi 或更小。

在另一實施例中，該方法包括選擇可與研磨墊相容的低向下負荷力量來降低滑掠效應。在另一實施例中，該方法更包含在高溫下的研磨。

在另一實施例中，本發明提供一第一組合物其被設計來選擇性地移除一阻障物質，如鈦，氮化鈦，及一第二組合物其被設計來移除任何阻障物質的殘留，如鈦殘留物及氮化鈦殘留物，以及將被單獨地或成組地沉積在底下的介電物質上部的蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射塗層物質的至少一部分從基材表面上移除。

在另一實施例中，本發明提供一種將一基材表面平坦化的方法，其包括供應一第一研磨組合物用以利用第一研磨技術以阻障物質對銅物質對介電物質的比例約為 5 : 1 : 1，最好是約 20 : 1 : 1，來移除阻障層的一大部分，及提供另一研磨組合物或更多的研磨組合物用以利用一第二化學機械研磨技術以阻障物質對銅物質對介電物質的比例介於約 1 : 1 : 1 至約 1 : 1 : 10，來移除殘

五、發明說明()

留的阻障物質以及被單獨地或成組地沉積在底下的介電物質上部的蓋層物質，硬質單幕，及/或抗反射塗層物質的至少一部分。

第 1 圖顯示一使用一多步驟平坦化處理來移除物質之處理 10 的實施例。在步驟 11，一基材被放置在一包含有一低壓相容的研磨墊之平台上，在步驟 12，一第一研磨組合物以一第一流率被供應至該研磨墊。然後，在步驟 13，一阻障層的一大量部分藉由在第一研磨壓力，第一平台速度，及第一溫度之條件下研磨該基材而從該基材的表面上被移除。一第二研磨組合物接著在步驟 14 中以一第二流率被供應至該研磨墊。該基材然後於步驟 15 中在第二研磨壓力，第二平台速度及第二溫度下被研磨用以移除殘留的阻障物質以及被單獨地或成組地沉積在底下的介電物質上部的蓋層物質，硬質單幕，及/或抗反射塗層物質的至少一部分。最後，該基材於步驟 16 中被清洗。

步驟 11 包括將一基材放置在一平台上與一研磨墊接觸。在步驟 12，該基材及研磨墊在一第一研磨組合物以第一流率被配送下相對於彼此運動用以實施化學及機械作用於該基材上。一可與阻障層的低壓、高速研磨相容之傳統的研磨墊及一具有低研磨或無研磨的化學劑之第一研磨組合物被使用。一適當的傳統研磨墊的例子為由 Rodel 公司所生產的 Polites 墊。應被瞭解的是，本發明亦可使用可在低研磨壓力下具有低滑掠效應之任何商用

五、發明說明()

的研磨墊。

步驟 12 包括以約 10 毫升/分鐘或更大的流率從一設置在靠近該 CP 設備的貯存容器供應該第一研磨組合物至該研磨墊；將該基材及研磨墊曝露至該第一研磨成份中；及讓基材與研磨墊接觸一段時間使其足以移除被沉積在基材上的大量阻障層的至少一部分。例如，一介於 150 毫升/分鐘至 250 毫升/分鐘的流率可被使用及研磨墊可被曝露在第一研磨組合物下約 20 秒至約 180 秒，但流量及時間可依第一研磨組合物的成分的濃度，及在基材上之大量阻障層的厚度而改變。

在步驟 13，基材在研磨處理期間係施加一約 2psi 或更小的研磨壓力於基材與研磨墊之間來加以研磨，如介於約 0.1psi 至約 1.5psi 之間。最好是使用一介於約 0.5psi 至約 0.8psi 的低研磨壓力。

在一實施例中，步驟 13 包括在室溫及約 260cps(對於一 20 英吋的平台而言該速度約等於 200rpm)或更高，如介於 260cps 至約 975cps(約 200rpm 至約 750rpm)之間，的平均平台表面速度下研磨基材，依所使用的研磨墊材質而定。該平台典型地是以介於約 390cps 至約 780cps(約 300rpm 至約 600rpm) 的速度旋轉及放在一載負頭組件上之該基材係以約 195cps 至約 650cps(約 150rpm 至約 500rpm)的速度在旋轉。因此，該大量的阻障層係以約 200 埃/方鐘或更高的速率被移除，最好是約 500 埃/分鐘，更好的是約 1000 埃/分鐘。

五、發明說明()

或者，較高的溫度及較低的平台與基材速度亦可被使用。步驟 13 包括一約 50°C 或更高的研磨溫度，如介於約 60°C 至約 80°C 之間，及一較低的平均平台速度，如介於約 26cps 至約 650cps(約 20rpm 與 500rpm 之間)。一約 2psi 或更低的研磨壓力可被使用，用以在較高的研磨溫度下實施相同的高移除率。在約 50°C 或更高的研磨溫度下，該平台係以介於約 65cps 至約 260cps(約 50rpm 至約 200rpm)的速度旋轉，及放在一載負頭組件上之該基材係以介於約 130cps 至約 455cps(約 100rpm 至約 350rpm)，如介於約 195cps 至約 390cps(約 150rpm 至約 300rpm)，的速度在旋轉。一升高的研磨溫度進一步提高研磨移除率，因而改上處理的產出率，及可讓設計一高速平台的工程上的努力更容易。在正常的 CMP 處理期間，研磨墊的溫度可達約 40°C。該溫度可藉由提高平台或泥漿的溫度而被升高至約 60°C 至約 80°C 之間。

步驟 14 包括在含有研磨物或無研磨物的試劑之第二研磨組合物下用與步驟 11 相同之傳統的研磨墊，一固定式研磨物之研磨墊，或一不同的傳統研磨墊來研磨該基材。該第二研磨組合物是以一第二流率配送至該研磨墊的。例如，可使用約 100 毫升/分鐘或更大的流率。典型地，可使用一介於約 100 毫升/分鐘至約 300 毫升/分鐘的流率。在步驟 14，基材是在與步驟 11 相同的平台上被研磨或是在一具有相同或不同種類的研磨墊之第二平台上被研磨。該等平台可包括旋轉平台，固定平台，線性

五、發明說明()

平台，及其之組合。

在步驟 15，研磨墊可被旋轉用以提供一約 130cps 或更大(約 100rpm 或更大)的平均平台速度，如介於約 195cps 至約 975cps(約 150rpm 至約 750rpm)之間，及一約 2psi 或更小的研磨壓力，如介於約 0.1psi 至約 1.5psi 之間。該基材亦可以介於約 195cps 至約 650cps(約 150rpm 至約 500rpm)之間的速度旋轉，如介於約 390cps 至約 650cps(約 300rpm 至約 500rpm)之間的速度。根據快速產出率所欲達到之移除率目標，在步驟 13 的第一平台速度可高於在步驟 15 的第二平台速度用以實施高移除率，但這並非是絕對必要的因為兩個研磨組合物是不同的。

例如，當使用一含有研磨物的第二研磨組合物時，可使用約 1.5psi 或更低的研磨壓力及一約 65cps 或更高(約 50rpm 或更高)的研磨速度。一含有研磨物的第二研磨組合物的研磨參數的一個例子包括在約 142cps(約 109rpm 的平台速度及約 0.5psi 的研磨壓力之研磨。

或者，使用一不含研磨物的第二研磨組合物時，可使用約 1.5psi 或更低的研磨壓力及一約 195cps 或更高(約 150rpm 或更高)的研磨速度。一不含研磨物的第二研磨組合物的研磨參數的另一個例子包括在約 390cps(約 300rpm 的平台速度及約 0.5psi 的研磨壓力之研磨。

步驟 15 包括讓該基材及第二研磨墊曝露至該第二研磨成份中達一段足夠的時間使其能以約 50 埃/分鐘或更高的速率，如介於 80 埃/分鐘至約 250 埃/分鐘之間，移

五、發明說明()

除移除殘留的阻障物質以及被沉積在其上的蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射塗層物質，及提供無選擇性之輕的拋光(buffing)用以去除小部分的介電物質及至少某些保護性物質以及故度研磨該基材表面用以進一步移除形成於其上的缺陷。例如，該研磨墊可被曝露於該第二研磨組合物中達約 10 秒至約 180 秒，如約 20 秒，但可根據將被移除的物質，第二研磨組合物的成分的濃度，及在該基材上的殘留污染物的厚度等而改變。

或者，步驟 15 可在一約 50°C 或更高的溫度，如介於 60°C 至約 80°C 之間，下實施，因此可使用一低的平台速度，如介於約 26cps 至約 400cps 之間(約 20rpm 至約 500rpm 之間)。例如，可使用一介於約 26cps 至約 400cps 之間(約 50rpm 至約 200rpm 之間)的平台速度及一介於約 130cps 至約 455cps 之間(約 100rpm 至約 350rpm 之間)的載具有速度，如介於約 195cps 至約 390cps 之間(約 150rpm 至約 300rpm 之間)。

在第 1 圖中的所有步驟或某些步驟可在同一 CMP 設備上或在多個設備上被實施為一連續的操作，兩個或多個分開的操作的一部分。雖然本文中所述的處理係以在一平台上的研磨為例子，但本發明可應用在一具有一或多個研磨平台的設備上來研磨基材，使得上述的步驟得以被實施在同一平台上，或某些步驟的一部分可被實施在不同的平台上。此外，該第二研磨技術可被實施為數個步驟的組合用以移除在該介電物質上的不同殘留物

五、發明說明()

質。

第一及第二研磨技術的處理參數可根據使用含有研磨物質或不含研磨物質的第二研磨組合物來加以調整。很明顯的是，本文中所述的該兩步驟研磨處理可降低含銅物質的圓盤化，可移除殘留的阻障物質，可減少不想要的物質，副產物，及缺陷的形成，可移除在低 k 介電質上的蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射塗層物質的至少一部分，可減少對底下低 k 介電物質的侵蝕，可減少金屬損失，及可改善基材表面的平坦化。

在步驟 16，該基材在阻障物質移除之後被沖洗用以黏在基材表面上之表面缺陷及顆粒。此外，該基材可被送至一清潔模組或接受一現地的(in-situ)清潔處理用以清除表面缺陷，如形成在基材表面上的氧化物。非必要地，在每一研磨步驟期間或之後，一清潔溶液可被施用於每一研磨墊上用以清除顆粒物及反應物以及將留在研磨墊上的金屬殘留物及形成在基材表面上的缺陷最少化。適當的清潔溶液的一個例子為由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司所製造的 Electra Clean™。

在本發明的一實施例中，第一研磨條件對於阻障物質具有一高度的選擇性並提供最小的銅圓盤化及介電質侵蝕。該第二研磨條件對於該阻障物質具有一低的選擇性，可移除殘留的阻障物質及提供金屬損失，介電質侵蝕，及銅圓盤化的控制。典型地，第一移除率對於快速產出率而言是一非常高的移除率，如約 500 埃/分鐘或更

五、發明說明()

高的移除率，及第二移除率為用於在一很短的時間內的拋光(buffing)的移除率，如大於約 200 埃/分鐘的移除率。

本文中所述的多步驟研磨程序可被用來研磨形由鑲嵌處理所形成的特徵結構。有利地，本文中所提供的處理在使用低介電常數(k)物質，如介電常數為 3.5 或更小，的處理中是很有用的。低 k 物質可包括氟-矽玻璃(FSG)，多孔的聚合物，如聚亞醯胺及含碳的氧化矽，如可由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司買到的 Black Diamond™。本文中所提供的處理亦可與傳統的介電物質一起使用。例如，該基材可被摻雜單晶矽或鎵-砷化合物。介電層亦可包括任何不同的已知的或未知的可使用在半導體元件製造上的介電質。例如，可使用介電物質，如二氧化矽，磷矽玻璃(PSG)，硼矽玻璃(BSG)，硼磷矽玻璃(BPSG)及由四氧乙基矽(TEOS)所衍生出的二氧化矽或電漿強化的化學氣相沉積(PECVD)所產生的矽烷。特徵結構係使用傳統的微影成像及蝕刻技術而被形成於介電物質上。

此外，本文中所描述的該等 CMP 組合物及處理可被用來研磨及平坦化金屬層，包括不同的金屬導電層及阻障層，及可有利地被用來研磨與平坦化具有低電阻係數(小於 $3.0 \mu \Omega \cdot \text{cm}$)，如銅，銅合金，經過摻雜的銅，及其之組合，的金屬導電物質，及可與這些低電阻係數金屬，如鈦(Ta)，氮化鈦(TaN)，相容的阻障物質。應被瞭解的是其它的金屬，如鋁，經過摻雜的鋁，鎳，經過摻

五、發明說明()

雜的鎳，鎢，及其之組合亦可使用本發明來加以研磨及平坦化。應進一步被瞭解的是，其它的物質，包括氮矽化鈮(TaSiN)，氮化鈦(TiN)，鎢化鈦(TiW)，氮化鈦鎢(TiWN)，氮矽化鈦(TiSiN)，鎢(W)，氮化鎢(WN)，氮矽化鎢(WsiN)，及氮化矽(SiN)，鈀(Pd)，鉑(Pt)，鎳(Ni)，鈷(Co)及其之組合，都可被用來形成導電物質，如銅及銅合金，的阻障物質。

本發明的態樣提供用來平坦化一基材表面的組合物及方法用以獲得在此研磨處理後留下來的阻障物質殘留物最小化的結果。相對於傳統速度(約 180rpm 或更小)，高速(約 200rpm 或更大)的導入可大大地改善平坦化的能力，特別是對於具有高過度填充的基材而言，並允許在低研磨壓力下有高移除率。該低的向下負荷力量平坦化程序亦可在低 k 物質被用作為層間介電質(ILD)層時有效地避免膜層剝離。

此外，雖然處理參數大致上是以研磨 300 公釐基材的情形來加以描述，但本發明亦可適用調整過的處理參數用以滿足研磨不同尺寸的基材，如 200 公釐的基材，的要求。所描述的處理及以下的組合物及設備的說明為舉例性的且不應被解讀為本發明的範圍的限制。

阻障物質移除組合物

第一阻障物質移除組合物的一實施例包括從二元羧酸，三元羧酸及其組合的組群中選取的至少一還原劑，

五、發明說明()

從羥基胺，葡萄糖及其組合所選取的至少一還原劑，及去離子水，其中該組合物具有約為 7 或更低的 pH 值。第一阻障物移除組合物可進一步包含一表面活性劑或研磨顆粒。該第一阻障物移除組合物亦可包括研磨組合物添加物，如一用於 pH 穩定的緩衝劑，一 pH 調整劑，一腐蝕抑制劑，一金屬螯合劑，或其之組合。

通常，對於還原劑而言，還原劑的濃度並沒有上限因為過多的還原劑並不會妨礙到該第一阻障物移除組合物之有效的移除功能。然而，因為還原劑會增加基材處理的成本，所以該第一阻障物移除組合物中的還原劑在能夠提供所想要的移除率的前提下是愈少愈好。例如，酸及鹼還原劑兩者可存在該第一阻障物移除組合物中，其濃度約 10% 重量百分比或更少。

該二元羧酸或三元羧酸可存在於該第一阻障物移除組合物中其濃度約為 1% 重量百分比。一介於 0.01% 重量百分比至約 0.5% 重量百分比的二元羧酸或三元羧酸可被使用在該第一阻障物移除組合物中。一約 0.2% 重量百分比的二元羧酸或三元羧酸足以研磨該阻障層物質。該二元羧酸的例子包括，但並不侷限於，抗壞血酸，葡糖酸，蘋果酸，丙二酸，草酸，琥珀酸，酒石酸及其之組合。該三元羧酸的例子包括，但並不侷限於，檸檬酸，培酸及其之組合。以上所述之該二元羧酸及該三元羧酸是作為舉例的且不應被解讀為本發明的範圍的限制。

包括了羥基胺，葡萄糖或其之組合的還原劑可存在

五、發明說明()

於該第一阻障物移除組合物中其濃度約為 1%重量百分比。一介於 0.01%重量百分比至約 0.5%重量百分比的鹼還原劑可被使用在該第一阻障物移除組合物中。一約 0.2%重量百分比的包括了羥基胺，葡萄糖或其之組合的還原劑足以研磨阻障層物質。適當的還原劑的其它例子包括硫代硫逐酸，碘化鉀其之組合。以上所述之還原劑是作為舉例的且不應被解讀為本發明的範圍的限制。

還原劑是被放在一溶劑，如水，中。去離子水被用來防止還原劑及其它添加物與溶劑中的任何污染物起任何的化學反應。

該第一阻障物移除組合物的 pH 值被設定使得酸還原劑及鹼還原劑可在研磨處理期間具有化學活性。通常，酸及鹼還原劑兩者在一酸性媒介或一中性媒介中是有化學活性的。例如，羥基胺在一還原劑的 pH 值介於約 3 至約 11 之間時是有活性的，及草酸在一還原劑的 pH 值介於約 3 至約 7 之間時是有活性的。在一實施例中，一約 7 或更小的 pH 值，如介於約 3 至約 7 之間，可被使用在該第一阻障物移除組合物中。一約 6 的 pH 值與本文中所述的還原劑一起使用，用以滿足研磨該阻障層物質。

該第一阻障物移除組合物可進一步包含至少一 pH 值調整劑用以提供還原劑具有活性所需的 pH 值。該 pH 值調整劑可以是有機的或無機的鹼及酸，例如，氫氧化鉀 (KOH)，磷酸，或硝酸，其濃度足以提供一所選定的 pH 值給該第一阻障物移除組合物。

五、發明說明()

該第一阻障物移除組合物可進一步包括一緩衝劑用來提供一相對穩定的 pH 環境並保持在還於劑是有活性的範圍內。該緩衝劑包括，但不侷限於，鹼金屬碳酸氫鹽或四硼酸鹽-四水合物鹽例如，硫酸氫鉀或四硼酸鉀-四水合物。該緩衝劑可以介於約 0.1%重量百分比至約 8%重量百分比的濃度存在。所用之緩衝劑的量可隨著溶液中的 pH 值以及緩衝劑對於緩衝該研磨組合物的不同能力而改變。

非必要地，表面活性劑可被使用於該第一阻障物移除組合物中用以提高物質，如金屬及金屬離子或在 CP 處理期間產生的副產物，的溶解度或可溶性，用以提供泥漿的穩定性，或減少物質在被處理的基材上的再沉積。選自於油酸鉀，硫代琥珀酸鹽，硫代琥珀酸鹽衍生物，醇類之硫酸鹽，alkylanyl，磺酸鹽，羧酸化醇，及其之組合的組群中的陰離子表面活性劑可被使用在該第一阻障物移除組合物中，此外市面上可獲得的表面活性劑，如設在美國的田納西州 Chattanooga 的 ALCO 化學公司所製造的 ALCO SPERSE 124，可被用作為該第一阻障物移除組合物中的表面活性劑。上述的表面活性劑只是作為舉例，其不應被解釋為本發明的範圍的限制。

在該第一阻障物移除組合物中之表面活性劑的濃度可介於約 0.001%重量百分比至約 10%重量百分比之間。在一實施例中，一介於約 0.01%重量百分比至約 2%重量百分比之間的表面活性劑的濃度被使用於該第一阻障物

五、發明說明()

移除組合物中。

此外，該第一阻障物移除組合物可進一步包含一腐蝕抑制劑用來防止在特徵結構中的導電物質的腐蝕或抑制該研磨組合物的研磨率。在一實施例中，該腐蝕抑制劑可以是不同的有機化合物，其包含一唑基，如氫硫基苯并酸唑，5-甲基-1-苯并三唑，苯并三唑(BTA)，及其之組合。濃度介於0.02%重量百分比至約2%重量百分比之間的該腐蝕抑制劑可被使用在該第一阻障物移除組合物中。

在一實施例中，該第一阻障物移除組合物可進一步包含研磨顆粒，如二氧化矽(SiO_2)，礬土(Al_2O_3)，二氧化鈦(TiO_2)，二氧化鈰(CeO_2)顆粒或其之組合，以約10%重量百分比或更少的濃度存在。該等研磨顆粒大致上係以約5%重量百分比或更少的濃度存在於該第一阻障物移除組合物中。介於約0.01%至約2%重量百分比的研磨顆粒濃度亦可被使用。一具有介於約0.1%重量百分比至約1%重量百分比之間，如介於約0.1%重量百分比至約0.5%重量百分比之間，的研磨顆粒濃度的第一阻障物移除組合物被發現足以研磨該等阻障層物質。

描述於本文中的該第一阻障物移除組合物的一個例子包括約0.5%重量百分比的草酸，約0.4%重量百分比的羥基胺，約0.2%重量百分比的表面活性劑，約1%重量百分比的二氧化矽研磨顆粒，去離子水，及一約6的pH值。

五、發明說明()

描述於本文中的該第一阻障物移除組合物的另一個例子包括約 0.2%重量百分比的草酸，約 0.25%重量百分比的羥基胺，約 0.2%重量百分比的 BTA，約 1%重量百分比的二氧化矽研磨顆粒，去離子水，及一約 5.8 的 pH 值。

該第一阻障物移除組合物促進含鈿阻障層物質之快速且選擇性的平坦化的作用機制尚未確實被瞭解。一般咸認酸基的還原劑將阻障層物質從一特徵結構的緻密陣列中移除，其速率高於物質沉積在基材的一未被蝕刻的區域上的速率，如在 5psi 壓力下在陣列中為 300 埃/分鐘而在介層孔為 150 埃/分鐘，及包含羥基胺及葡萄糖或其之組合之還原劑將阻障層物質從基材的一未被蝕刻的區域上已除，其速率高於從基材的包含特徵結構的緻密陣列的區域移除的速率，例如在小於 1psi 的壓力下從未經蝕刻的區域上移除的速率為 500 埃/分鐘而留下殘留物於特徵結構的緻密陣列中。又，與傳統的阻障物質移除組合物比較起來，同時使用這兩種還原劑已被觀察到可將圓盤化減至最小及可提供一均勻性良好的平坦化於基材上。

此外，描述於本文中的該第一阻障物移除組合物已被觀察到相對於其它物質而言，如介電物質或含銅物質，其對於阻障層物質的移除是具有選擇性的。對於一“物質”的選擇性在本文中被廣意地定義為在一 CMP 處理中，一物質相對於其它物質或相鄰物質以一較高的速率被選擇

五、發明說明()

性地移除。例如，選擇性地移除一物質亦可包括選擇性地從特徵結構的一緻密陣列中移除一物質，從特徵結構的一緻密陣列中移除一物質其速率高於從一包括基材的一低特徵結構密度部分之無特徵結構區域的移除速率。

描述於本文中的該第一阻障物移除組合物可在一移除率比例下移除阻障層物質，即，阻障層物質的移除率對介電物質的移除率及/或含銅物質的移除率約為 5:1 或更大，如高達 50:1 或更大。例如，描述於本文中的該第一阻障物移除組合物的一實施例其阻障層物質的移除率介於約 300 埃/分鐘至約 2000 埃/分鐘之間，如介於約 300 埃/分鐘至約 500 埃/分鐘之間，且介電物質的遺除率約為 50 埃/分鐘，或例如，阻障層物質對介電物質的選擇性介於約 6:1 至約 10:1 的比例之間。

該第一阻障物移除組合物的一個例子係如下所述。在操作中，用描述於本文中的該第一阻障物移除組合物來研磨一基材包括研磨在一基材載負頭上的基材及讓該基材與一設置在一研磨站的一可旋轉的平台上的研磨墊接觸。

該研磨墊以約 15cps(對於一 20 英寸的旋轉平台而言大於約 10rpm)的平台轉速被旋轉。例如，在一傳統的研磨處理中，該平台具有一介於約 26cps 至約 130cps 之間的平台轉速(如，對於一 20 英寸的旋轉平台而言介於約 20rpm 至約 100rpm 之間)。或者，在一較高轉速的研磨處理中，該平台可以約 200cps 或更高的轉速(150rpm 或

五、發明說明()

更高)旋轉，如介於約 200cps 至約 1000cps(約 150rpm 至約 750rpm)的轉速。放置在一載負頭組件上的基材是以介於約 195cps 至約 650cps(介於 150rpm 至約 500rpm)之間的轉速被旋轉。

該基材與研磨墊係以一約 6psi 或更小的研磨壓力接觸。例如，在一傳統的研磨處理中研磨墊係以介於約 2psi 至約 6psi 的研磨壓力被接觸。在一低向下負荷力量/高轉速研磨處理中，一小於約 2psi，如介於 0.1psi 至約 1.0psi 之間，於研磨處理期間被施加於基材與研磨媒介之間。一介於約 0.5psi 至約 0.8psi 的研磨壓力可被使用。對於研磨一具有低 k 物質甚積於其上的基材而言，一約 1.5psi 或更小的壓力，如介於 0.1psi 至約 1.0psi 之間的壓力，可於研磨處理期間被施加。

該第一阻障物移除組合物係以一約 100 毫升/分鐘或更大的流率從一設置在靠近該 CP 設備附近的貯存器中被供應至該研磨墊。典型地，一介於約 100 毫升/分鐘至約 300 毫升/分鐘的流率可被供應至該研磨墊用以研磨該基材。該基材及研磨墊典型地被曝露於該研磨組合物中且接觸一段夠長的時間用以去除沉積於基材上之所有或至少一部分大量的含銅物質。例如，研磨墊可曝露於該第一阻障物移除組合物中約 30 秒至約 180 秒的時間，該時間長度可改變。該阻障物質可以約 150 埃/分鐘或更大，如介於 150 埃/分鐘至約 1000 埃/分鐘，的速率被移除。

使用該第一阻障物移除組合物的組障層移除處理的

五、發明說明()

一個例子包括研磨一放在一裝設在由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司所製造的 Mirra CMP 系統上之適當的研磨墊，如由設在美國德拉瓦州 Newark 市的 Rodel 公司所製造的 IC 墊，上的基材，。

一包括約 0.2%重量百分比的草酸，介於約 0.15%重量百分比至約 2%重量百分比，如約 0.25%重量百分比，的羥基胺，約 0.2%重量百分比的 BTA，約 1%重量百分比的二氧化矽研磨顆粒，去離子水，及一介於約 5.8 至約 6.0，如約 5.8，的 pH 值的組合物被輸送至該基材表面以進行研磨。介於基材與研磨墊之間的壓力約為 0.5psi 及該研磨墊與該基材係以約 700rpm 的轉速相對於彼此旋轉。該基材被研磨一對夠長的時間用以去除所有的阻障層度質到達介電層。

其它適合阻障物質移除的第一組合物被揭示於 2000 年十月 27 日提申之美國專利申請案第 09/698,863 號及 2000 年五月 11 日提申之美國專第申請案第 09/569,968 號中，該等申請案的內容藉由此參照而被併於本文中。

第二阻障物移除組合物的一實施例包括一拋光(buffing)組合物用來移除介電質的氧化物。該二組合物可具有一約 35%中量百分比或更少的研磨顆粒濃度，如約 15%重量百分比或更少的濃度，其可與一傳統的研磨墊一起使用。實際上，研磨顆粒的濃度可依據蓋層物質，硬質單幕，及/或抗反射鍍層物質或其它會被沉積在該低 k 介電物質的上部且需要被去除之物質來加以調整。在某些情

五、發明說明()

形中，小量的蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射鍍層物質被故意地留下來用以保護底下的低 k 物質，及只有殘留的阻障物質及一些上述低 k 保護物質被移除。具有研磨顆粒的第二組合物的一個例子包括一膠狀懸浮的氧化矽顆粒，其粒徑約 50nm，其濃度約為 30%重量百分比。可使用在該第二組合物中之研磨物組合物包括，但並不侷限於，礬土，氧化鋯，鈦氧化，氧化鈣，或在此技藝中其它已知的研磨物。在另一實施例中，該第二組合物可不包括任何的研磨顆粒及一固定式的研磨墊被提供。

該第二組合物進一步包括一 pH 調整劑及/或 pH 緩衝劑以一充份的量存在於該第二組合物中用來將該第二組合物的 pH 值保持在約 3 至約 12 的範圍內。該 pH 調整劑可高達該組合物的約 1%體積百分比。該 pH 調整劑可包括任何不同的非螯合鹼，如氫氧化鉀(KOH)，或無機及/或有機非螯合酸，如磷酸，硝酸，及草酸。

該 pH 緩衝劑可以是任何鹼金屬鹽，如鹼金屬碳酸氫鹽或四硼酸鹽-四水合物鹽，其濃度高達該組合物的約 1%體積百分比。適合的鹽包括硫酸氫鉀或四硼酸鉀-四水合物。在一實施例中，該第二組合物的 pH 被保持在介於約 4 至約 6 之間。

該第二組合物可進一步包括至少一腐蝕抑制劑用來防止在特徵結構中之導電物質的腐蝕。在一實施例中，該腐蝕抑制劑可以是不同的有機化合物，其包含一唑基，如氫硫基苯并酸唑，5-甲基-1-苯并三唑，苯并三唑(BTA)，

五、發明說明()

及其之組合以約 2%重量百分比的濃度，如介於 0.02%重量百分比至約 0.4%重量百分比之間存在該第二組合物中。

本文所述之該第二組合物可非選擇性地以一介於約 0.2:1 至約 2:1 的移除率比例，如含銅物質對含鉍物質，來移除阻障殘留物，一非常小部分的介電物質，及在該介電物質上的至少某些部分的蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射鍍層物質。

化學機械研磨(CMP)設備

一不論是包含一固定式，旋轉式，或線性式平台的 CMP 系統可被用來實施本文中所述的方法。然而，為了簡化及易於描述起見，本發明將參照由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司所製造的 Reflexion CMP 系統來進一步說明。

第 2 圖顯示該 Reflexion CMP 系統 100 的一立體圖。大體上，該系統 100 包括一工廠界面 102，一裝載機械臂 104，一或多個研磨模組 106，及一或多個升降組件 108。該裝載機械臂 104 被設置在該工廠界面 102 及研磨模組 106 附近以便於將基材 122 輸送於它們之間。

研磨模組 106 可以是由 Applied Materials 公司所製造的 Mirra 化學機械研磨器。包括了具有研磨媒介，研磨網，及其之組合之其它的研磨模組 106 亦可被使用。研磨模組 106 包括多個研磨站 132，一轉塔 134 設置在一機器

五、發明說明()

基座 140 的一上側或第一側 138 上，及一輸送站 136。該研磨模組 106 亦包括一調節 (conditioning) 裝置 182 其被設置在該基座 140 上與每一研磨站 132 相鄰。該調節裝置 182 週期性地調節研磨站 132 的研磨表面 131 用以保持一致的研磨結果。

在每一研磨站 132，一研磨媒介或研磨墊，如一研磨物質的矩形網 (web) 或一圓的研磨表面被設置在每一研磨表面 131 上介於研磨頭組件 152 與該研磨站 132 之間。該研磨物質的網可包括含有研磨顆粒的研磨片研磨媒介。該研磨物質的網亦可以由聚胺基甲酸酯所製成不具有研磨顆粒的傳統研磨媒介。該研磨物質典型地被設置在作為背後支撐件的副墊上。與傳統的物質一起使用的副墊的硬度通常都低於 (即，較軟) 使用了研磨片網的副墊。

該研磨物質的網具有一平滑的表面，一有花紋的表面，一含有研磨物的表面，或其之組合的表面。該研磨物質的網可以是一物質卷或物質片 (如，墊) 的形式，其可被一研磨物質固定系統移動橫越該研磨表面或可解開地安裝在該研磨表面上，該固定系統係利用黏劑，真空，機械夾，靜電夾，或其它固定機制來固定。

一研磨墊典型地具有一耐久的粗糙表面其是由微孔性的聚胺基甲酸酯發泡體，與填料混合的聚胺基甲酸酯發泡體，浸泡了聚胺基甲酸酯的氈墊或具有特殊特性的其它物所製成的。重要的墊特性為多孔性，可壓縮性，

五、發明說明()

及硬度。研磨墊或研磨物質的網可被壓花或壓印一圖案用以改善研磨組合物分佈在整個基材表面上且可包括一軟的研磨物質，一硬的研磨物質，或其之組合。

一軟的研磨物質或一高壓縮性的墊在本文中被廣意地描述為一研磨物質其具有一硬度小於約 50 蕭式 D 硬度計之聚合物的研磨表面，及一硬的研磨物質或低壓縮性墊具有約 50 或更高的蕭式 D 硬度值。

該軟質研磨墊是由一起毛的多孔性合成物所製成，如一可被均勻地壓縮的物質包括一聚合物，如塑膠，及/或發泡體，填料，橡膠，或其之組合。該軟的研磨物質的一個例子為浸泡了聚胺基甲酸酯的氈墊。一軟的研磨墊可以是 Politex 或 Suba 系列，如由 Rodel 公司所製造的 Suba IV，Suba 為 Rodel 公司的商標。本案發明人發現具有本文中所述的硬度值之軟的研磨墊，如 Politex 墊，可與上文中所述的低壓-高速研磨處理相容。依據 Preston 等式，在低壓下的研磨需要高速或高平台速度。然而，當在低壓力及高速度下研磨時，已除率非常的低甚至為零。因此，在本發明的一態樣中，藉由謹慎地選擇如本文所述之研磨墊而可獲得部分的解決。或者，該研磨墊可以是一兩層的研磨墊，其整體上具有約等於 50 之蕭式 D 硬度值且沒有滑掠效應。

研磨站 132 大體上包括一研磨平台其被設置在一基座上。該研磨平台典型地是由鋁所製成且用一軸承支撐在該基座上使得該研磨平台可相對於該基座旋轉。該研

五、發明說明()

磨平台具有一上部其支撐著該研磨物質的網。該上部可非必要地包括多個路徑耦合至一流體源。流經該等路徑的流體可被用來控制該研磨平台及設置於其上的研磨物質的溫度。

在一實施例中，該研磨頭為由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司所製造的 TITAN HEAD 基材載具。通常，該研磨頭包括一外殼其具有一延伸的唇其界定一中央凹部，一囊袋被設置於其中。該囊袋可由一彈性材質或熱塑性彈性體，如 乙烯丙烯，矽及 HYTREL，製成。該囊袋耦合至一流體源使得該囊袋可在控制下被充氣或洩氣。該囊袋當與該基材接觸時藉由洩氣並產生一真空於基材與該囊袋之間而將該基材保持在該研磨頭中。一固持環圍住該研磨頭用以在研磨期間將該基材固持在該研磨頭內。

為了要便於控制本文中所述的 CMP 系統，一控制器 190 可被使用。控制器 190 可包括一 CPU192，一記憶體 194，及一支援電路 196。該 CPU192 可以是能夠使用在一工業設施中用來控制不同的室之任何形式的電腦處理器及副處理器。記憶 194 被耦合至該 CPU192。一處理，如下文中所述的研磨處理，被貯存於該記憶體 194 內，其典型地為一軟體常式。該軟體常式可被貯存及/或被一第二 CPU(未示出)所執行，該第二 CPU 位在由 CPU192 控制的硬體的遠方。

雖然本發明的處理係一軟體常式的形式來加以說

五、發明說明()

明，但本文中所揭示的方法步驟的一部分或全部亦可用硬體以及軟體控制器來實施。因此，本發明可以一電腦系統上執行的軟體的方式，可以特用積體電路或其它形式的硬體方式，或軟體與硬體結合的方式來實施。

化學機械研磨(CMP)處理

第 3A-3H 圖為一晶圓的一系列示意剖面圖，其顯示形成一金屬化圖案的處理的一連串步驟，其中使用了本文中所述的平坦化處理。該晶圓包括，如一具有特徵結構的緻密陣列的介電層，一沉積在該介電層上及在特徵結構內的阻障層，及一沉積在該阻障層上及填入特徵結構內的銅層。

第 3A 圖為一需要平坦化的晶圓的示意剖面圖。該晶圓包括一介電層 410。多個開口 411，如介層孔，溝渠，孔，被形成圖案或被蝕刻在該介電層 410 的區域 A 上用以形成導電接線的緻密陣列的特徵結構，而區域 B 則是未被蝕刻或具有一低的特徵結構密度。開口 11 被間隔開一距離 C，其可為任何距離。開口 411 可用傳統的微影成像及蝕刻技術來形成於該介電層 410 上。一導電物質的阻障層 405，如用於銅平坦化的鈿或一含鈿物質，被保形地沉積於開口 411 中及沉積在該基材的區域 412，該介電層 410 的上表面上。一導電物質層 413，如一銅層，被沉積在該阻障層上，其厚度(D)介於約 8000 埃至約 18000 埃之間。

五、發明說明()

在第 3A 圖中的晶圓曝露在一使用了一言研磨組合物的 CMP 處理下用以相對於該含鉭阻障層 405 選擇性地移除該導電物質層 413。如果需要的話，在大量移除期間可以實施一些過度研磨用以確保導電物質層 413 被完全移除。

第 3B 圖為一種形成在一需要平坦化處理的特徵結構的示意圖。在第 3B 圖中的晶圓包括一保護層 406 其被沉積在該介電層 410 上方，特別是當底下的介電層 410 為一低 k 介電層時。該保護層 406 可包括一層蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射鍍層物質或多層上述物質，或其組合，這端視製程的需要而定。典型地，該保護層 406 的厚度約 100 埃至約 800 埃，其比典型的阻障層 405 稍厚。

阻障層 405，如鉭層，如第 3C 及 3D 圖所示的從底下的介電層 410 被移除。用來從一基材表面上選擇性地移除大量部分的阻障層之第一組合物被施用，用以移除阻障層 405。一阻障層移除研磨組合物被施用，用以以至少約 250 埃/分鐘的速率及最好是至少 750 埃/分鐘的速率，從特徵結構緻密陣列 A 及基材區域 B 上移除阻障層。第 3C 圖顯示一具有一阻障層 405 的晶圓，而第 3D 圖顯示在該介電層 410 上具有一阻障層 405 及一保護層 406 的晶圓。介電層 410 包括一低 K 介電層。

參照第 3E 至 3F 圖，在第 3C 及 3D 圖的研磨處理之後留下來的任何物質係以虛線或在介電層 410 上的小島

五、發明說明()

的形式被標示為殘留物 414。第 3F 圖包括該額外的保護層 416。一種用於該阻障層的任何殘留部分，一小部分的介電層 410，以及在該介電層上的該蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射鍍層物質 406 的至少某些部分的非選擇性移除的組合物被施用，用以移除殘留物 414。

在第 3G 圖中，阻障物質，如鈦或氮化鈦，以及任何蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射鍍層物質都從底下的介電層 410 上被已除，藉以將該晶圓表面平坦化。在第 3H 圖中，該阻障物質，殘留的阻障物質的大量部分，及保護層 406 的某些部分從底下的介電層 410 上被移除，用以獲得一經過平坦化的晶圓表面，及一小部分的保護層 406 被留下來用以保護該底下的介電層 410。在該第二研磨組合物中的研磨顆粒的濃度可被用來控制該保護層 406 應被移除的量，藉以控制金屬損失及介電質侵蝕。

實例

將依據本發明的態樣加以研磨的特徵結構的一個例子係如下所述。一種具有一低 k 介電層其上形成有特徵結構，如由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司買到的 Black Diamond™，一鈦或氮化鈦阻障層其沉積在該介電層上及在特徵結構內，及一沉積在該阻障層上及填入特徵結構內的銅層，的基材被提供至該研磨設備。

該阻障物移除處理的一個例子包括將一基材置於一適當的研磨墊上，如裝設在由設在美國加州 Santa Clara 市

五、發明說明()

的 Applied Materials 公司所製造的 Reflexion CMP 系統的一研磨平台上之由 Rodel 公司所生產的 Polites 墊。一用於阻障物質上的第一研磨組合物被送至該研磨墊用以移除該阻障物質及將該基材表面平坦化。該包括了約 0.2% 重量百分比的草酸，介於約 0.15% 重量百分比至約 5% 重量百分比的羥基胺，約 0.2% 重量百分比的 BTA，約 1% 重量百分比的二氧化矽研磨顆粒，去離子水，及一約 6 的 pH 值的第一研磨組合物以約 200 毫升/分鐘的流率被送至研磨墊。介於該基材與該研磨墊之間的壓力約為 0.5psi 且研磨墊與基材彼此係以約 600rpm 的轉速旋轉，如約 780cps 的平均平台表面速度。或者，該基材係以約 0.8psi 的壓力在約 300rpm(約 390cps 的平均平台表面速度)下被研磨。該基材然後被研磨約 60 秒或去除絕大部分的阻障物質到達介電物質所需的時間。

該研磨平台然後以約 142cps(約 109rpm)的速度被旋轉，該載負頭以約 87rpm 的速度被旋轉，及一約 0.5psi 的壓力被施加於該基材與該研磨墊之間，而一第二研磨組合物以約 200 毫升/分鐘的流速被持續的輸送，該第二研磨組合物包含由設在美國伊利諾州芝加哥市的 Cabot Microelectronics 公司所製的 SS-12，其具有額外的 0.04% BTA 的腐蝕抑制劑。根據需要被去除之阻障殘留物，蓋層物質，硬質罩幕，及/或抗反射鍍層物質的數量，其它的研磨組合物，如在約 0.1% 至約 0.2% 的 BTA 下含有低濃度的研磨顆粒的 SS-4 及 SS-8 可被用作為第二研磨組合物。

五、發明說明()

對於一輕的氧化物拋光而言，該基材然後在約 300 埃/分鐘的移除率下被研磨約 20 秒用以充分地去除沉積在底下的介電層上之任何留下的大量阻障物質，殘留的阻障物質，以及任何的蓋層物質，硬質單幕，及/或抗反射鍍層物質。然後一 Electra Clean 溶液被用來清潔該基材表面。

在另一多步驟研磨處理中，該基材被放在一 Polites 研磨墊上，及一上述的第一研磨組合物以約 200 毫升/分鐘的速率被送至該研磨墊。一約 0.5psi 的壓力被施加於該基材與該研磨墊之間，及藉由升高所用之平台或泥漿的溫度而將研磨溫度升高至約 70°C。在 Reflexion CMP 系統中的研磨平台係以約 260cps(約 200rpm)的平台速度被旋轉。該基材在約 500 埃/分鐘的移除率下被研磨約 60 秒用以移除大量的阻障物質。該平台然後以約 120cps(約 93rpm)的速度被旋轉且研磨壓力約為 0.8psi。該載負頭以約 87rpm 的速度被旋轉且在由 0.04%BTA 下的 SS-12 之第二研磨組合物以約 200 毫升/分鐘的流率被輸送用以去除沉積在底下的介電層上之任何留下的大量阻障物質，殘留的阻障物質，以及至少一部分的保護物質。該基材然後被研磨約 20 秒或在約 300 埃/分鐘移除率下被研磨一所需的時間用以提供一短的氧化物拋光。然後一 Electra Clean 溶液被用來清潔該基材表面。

雖然以上所述與本發明的實施例有關，但本發明的其它及進一步的實施例可在不偏離本發明的基本範圍下被達成，及本發明的範圍是由以下的申請專利範圍來界

五、發明說明()

定的。

圖式簡單說明：

本發明之一更為特定的描述可藉由參照顯示於附圖中之實施例而被作成，使得本發明之上述特徵，優點及目地可被詳地地瞭解。然而，應注意的是，附圖中所示者為本發明之典型的實施例，因此不應被認為是本發明範圍的限制，因為本發明可以有其它等效的實施例。

第 1 圖為一流程圖，其顯示依據本發明的一實施例的處理步驟。

第 2 圖為為一舉例性 CMP 設備的示意立體圖。

第 3A-3H 圖為示意題，其顯示本文中所述用來將一基材表面平坦化的處理的一實施例。

圖號對照說明：

100	CMP 系統	102	工廠界面
104	裝載機械臂	106	研磨模組
108	升降組件	122	基材
132	研磨站	134	轉塔
136	輸送站	138	上側
140	基器基座	131	研磨表面
182	調節裝置	152	研磨頭組件
190	控制器	192	CPU
194	記憶體	196	支援電路

五、發明說明()

- | | | | |
|-----|-------|-----|-------|
| 410 | 介電層 | 411 | 開口 |
| 412 | 基材區域 | 413 | 導電物質層 |
| 405 | 含鉍阻障層 | 406 | 保護層 |
| 414 | 殘留物 | 416 | 保護層 |

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

六、申請專利範圍

包含：

介於 0.01%重量百分比至約 0.5%重量百分比之間的二元羧酸；

介於 0.01%重量百分比至約 0.5%重量百分比之間的還原劑，該還原劑係選自於由由羥基胺、葡萄糖及其組合所組成的組群中；

介於 0.02%重量百分比至約 0.4%重量百分比之間的腐蝕抑制劑；

介於 0.5%重量百分比至約 2%重量百分比之間的研磨顆粒；

去離子水；及

介於 5.8 至 6 之間的 pH 值。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之組合物，其中該組合物包含：

0.2%重量百分比的草酸；

0.25%重量百分比的羥基胺；

0.2%重量百分比的苯并三唑；

1%重量百分比的研磨顆粒；

去離子水；及

一約 5.8 的 pH 值。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之組合物，其中該阻障層物質包含一選自於由鈿、氮化鈿、及其之組合所組成

六、申請專利範圍

11. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該第一平均平台速度為 195 cps 或更高，及該第二平均平台速度為 65 cps 或更高。
12. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該第一組合物包含：
 - 至少一還原劑，其是選自於由二元羧酸、三元羧酸及其組合所組成的組群中；
 - 至少一還原劑，其選自於由葡萄糖、羥基胺及其組合所組成的組群中；及
 - 去離子水，其中該組合物具有約為 7 或更低的 pH 值。
13. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中該選自於由二元羧酸、三元羧酸及其組合所組成的組群中的該至少一還原劑高達該組合物的 1% 重量百分比，及該選自於由葡萄糖、羥基胺及其組合所組成的組群中的該至少一還原劑高達該組合物的 1% 重量百分比。
14. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中該第一組合物更包含研磨顆粒、一表面活性劑、一腐蝕抑制劑、至少一 pH 調整劑、一緩衝劑、及其之組合。
15. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其更包含高達

六、申請專利範圍

2%重量百分比的研磨顆粒，高達 1%重量百分比的腐蝕抑制劑，及其之組合。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中該第一組合物包含：

介於 0.01%重量百分比至約 0.5%重量百分比之間之二元羧酸；

介於 0.01%重量百分比至約 0.5%重量百分比之間的還原劑，該還原劑係選自於由葡萄糖、羥基胺及其組合所組成的組群中；

介於 0.02%重量百分比至約 0.4%重量百分比之間的腐蝕抑制劑；

介於 0.5%重量百分比至約 2%重量百分比之間的研磨顆粒；

去離子水；及

介於 5.8 至 6 之間的 pH 值。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之方法，其中該第一組合物包含：

0.2%重量百分比的草酸；

0.25%重量百分比的羥基胺；

0.2%重量百分比的苯并三唑；

1%重量百分比的研磨顆粒；

去離子水；及

六、申請專利範圍

一約 5.8 的 pH 值。

18. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該阻障層物質包含一選自於鈦、氮化鈦、及其之組合的組群中之物質。
19. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中在第二研磨壓力及第二平均平台速度下研磨該基材更包含研磨一形成一保護物質的至少一部分之介電物質，該保護物質係選自於由蓋層物質，硬質單幕，抗反射鍍層物質，及其之組合所構成的組群中，其在一或多個研磨步驟中被單獨或一起沉積於該介電物質的上方。
20. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中去除該阻障物質是在 1 psi 或更小的研磨壓力及 195 cps 或更高的平均平台速度下實施的，及去除殘留的阻障物質是在 1 psi 或更小的研磨壓力及 195 cps 或更高的平均平台速度下實施的。
21. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中利用第一研磨組合物來去除該阻障物質可以 200 埃/分鐘的移除率去除該阻障物質之大量(bulk)部分且該第一研磨組合物的選擇性的移除率比例為阻障物質對導電物質對介電物質的比例為 5 : 1 : 1 或更高。

六、申請專利範圍

22. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中在第二化學機械研磨技術中利用第二研磨組合物來去除該殘留的阻障物質可以 200 埃/分鐘的移除率去除任何殘留的阻障物質且阻障物質對導電物質對介電物質的移除率比例介於 1 : 1 : 1 至 1 : 1 : 10 之間。
23. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該第二研磨組合物包含：
- 高達 30% 重量百分比的研磨顆粒；
 - 高達 1% 重量百分比腐蝕抑制劑；
 - 至少一 pH 緩衝劑；
 - 去離子水；及
 - 一介於 3 至 12 的 pH 值。
24. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該介電物質的介電常數為 3.5 或更小。
25. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該第二研磨溫度高於該第一研磨溫度且一第二平均平台速度小於該第一平均平台速度。

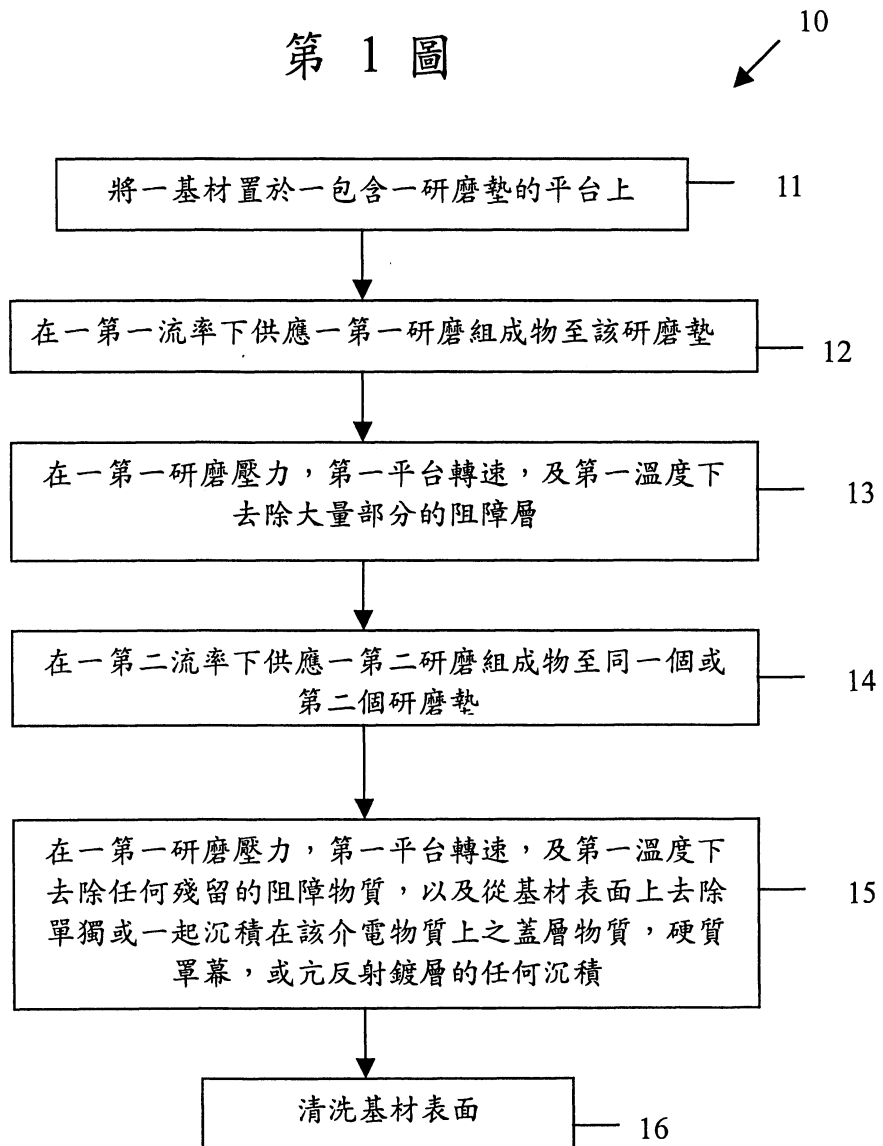
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

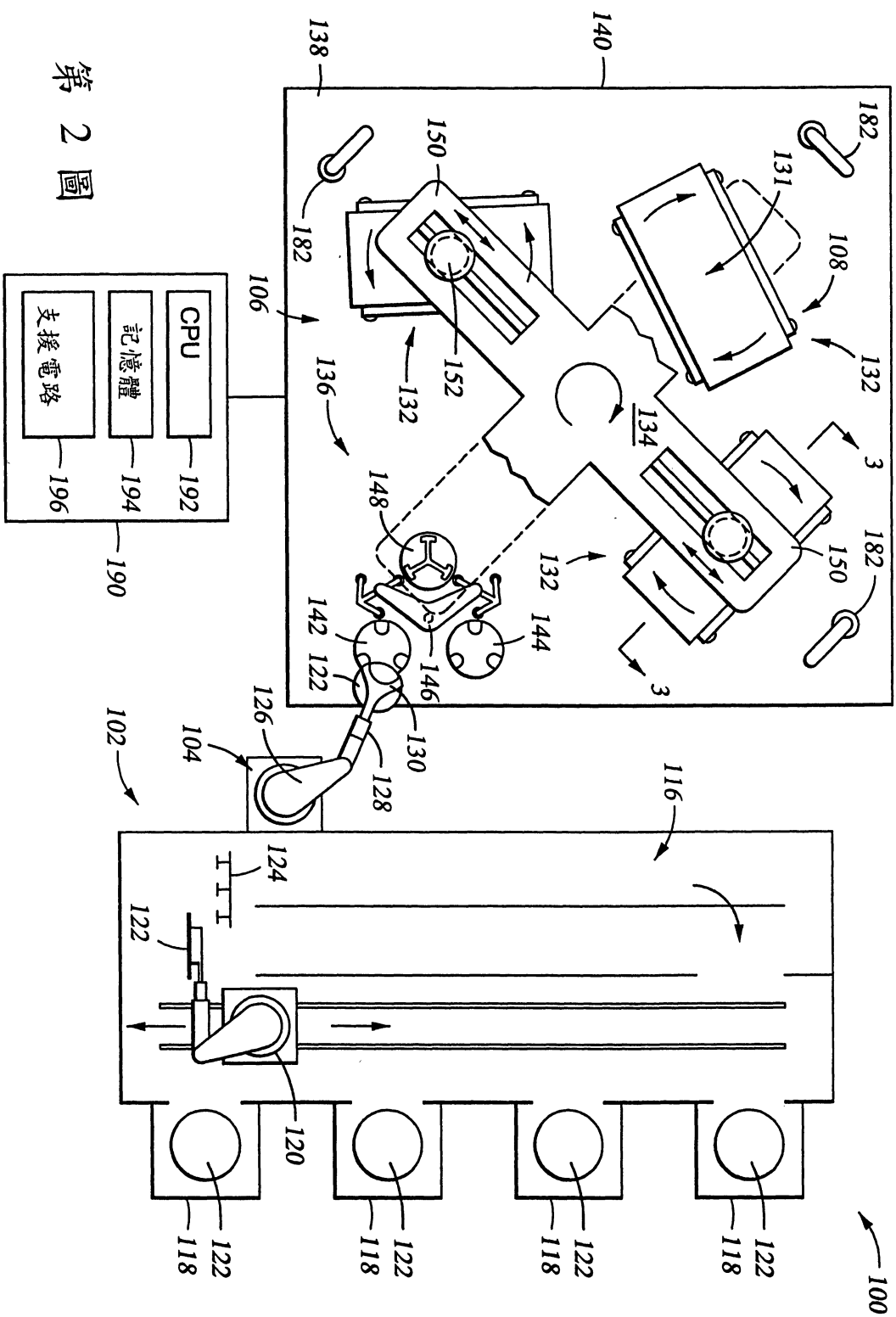
卷

訂

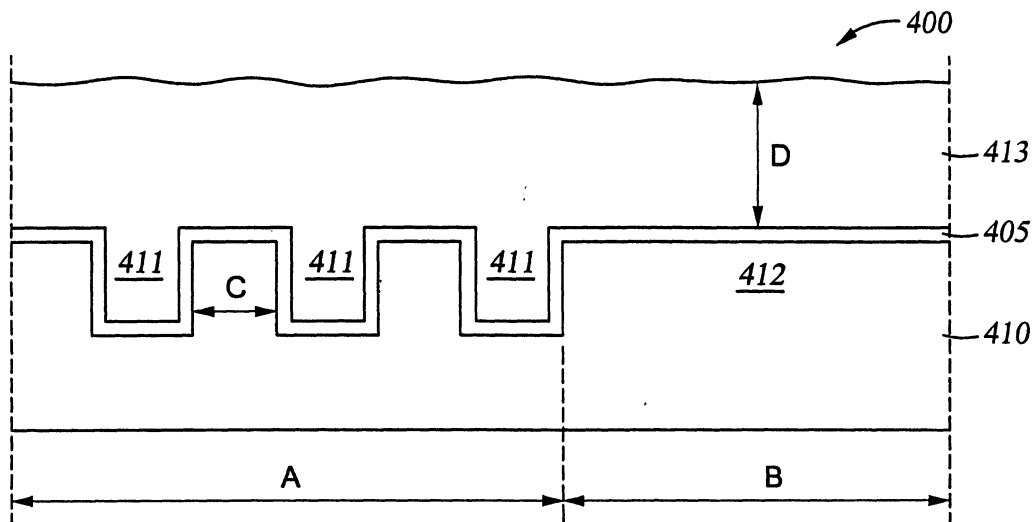
線

第 1 圖

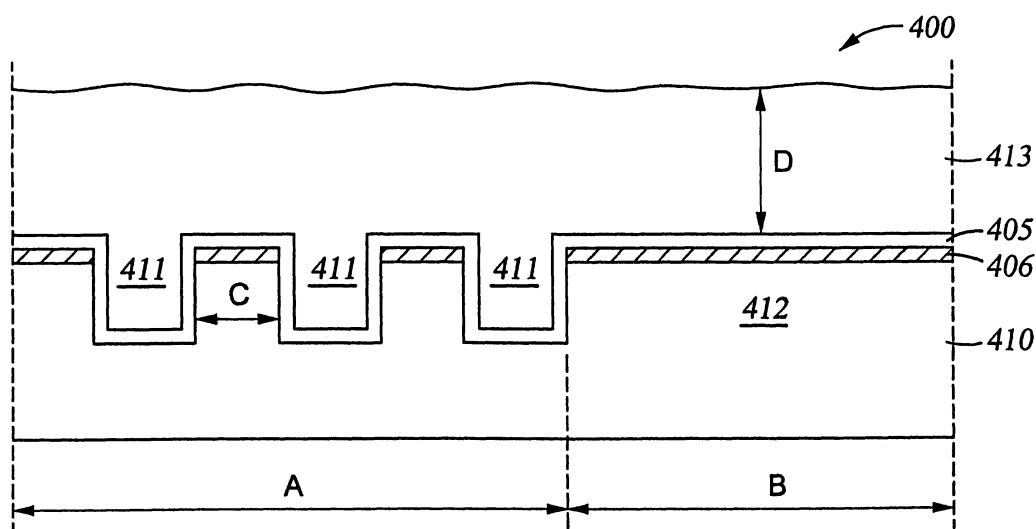




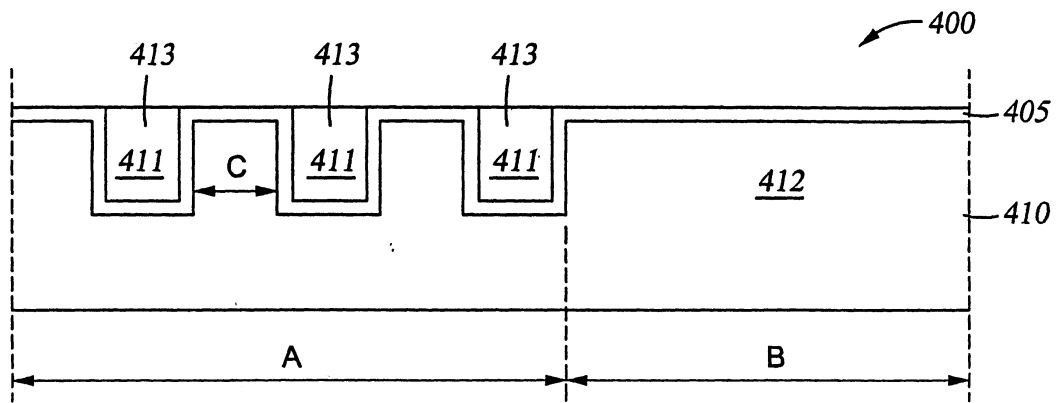
第 2 圖



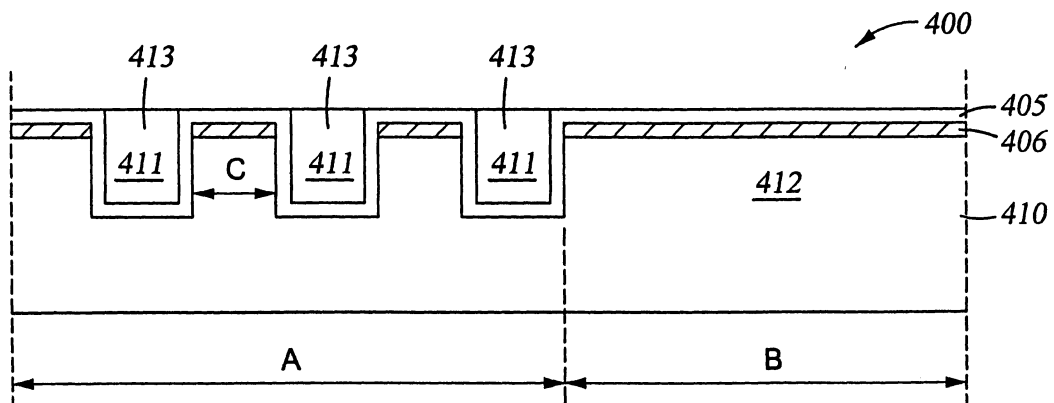
第 3A 圖



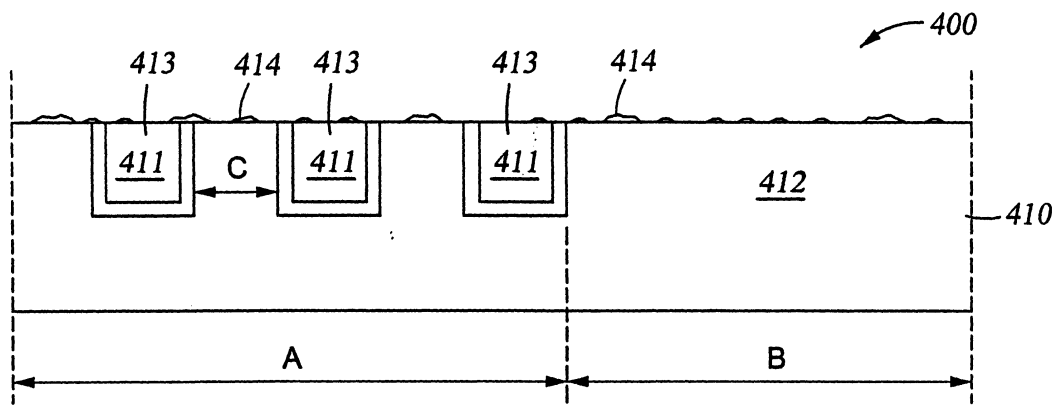
第 3B 圖



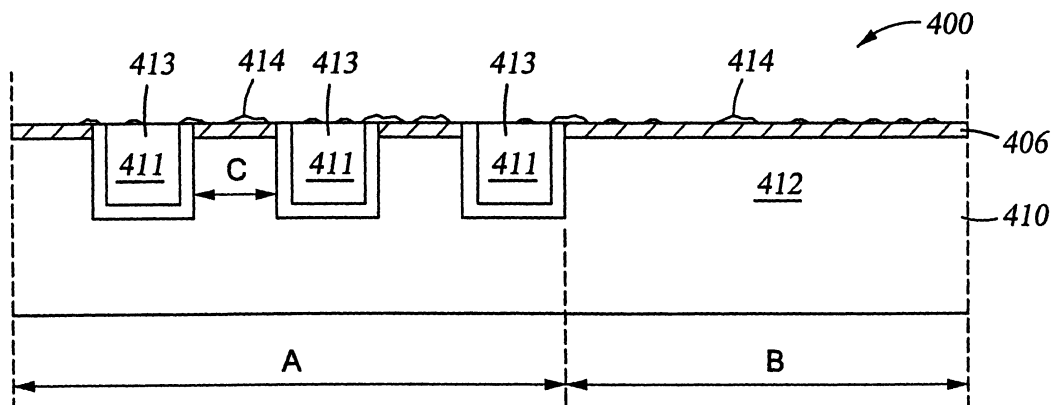
第 3C 圖



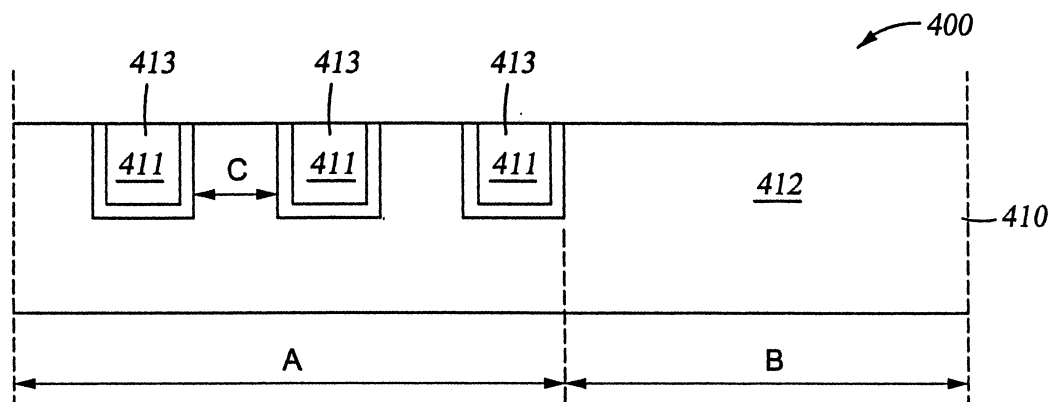
第 3D 圖



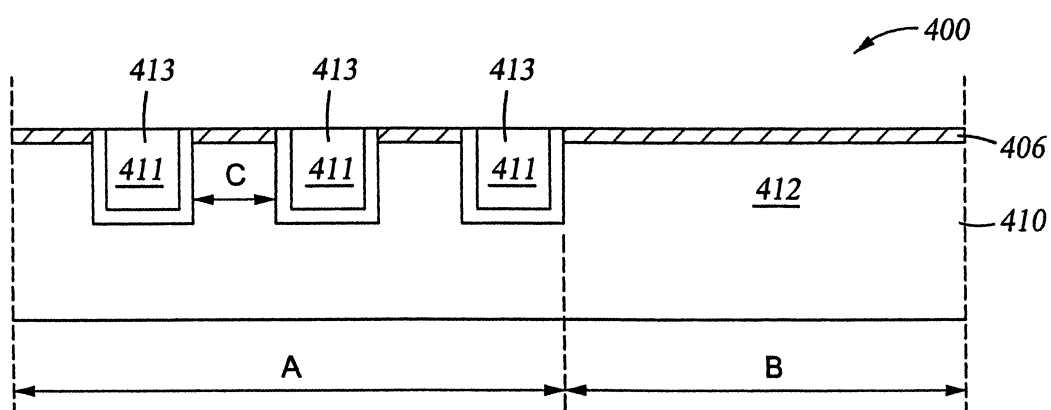
第 3E 圖



第 3F 圖



第 3G 圖



第 3H 圖

申請日期	91-9-12
案 號	91115620
類 別	HOLL-1/20A

A4
C4

91115620

(以上各欄由本局填註)

第91115620號專利案92年9月修正

發 明 專 利 說 明 書 559928

~~新 型~~

一、發明 名稱	中 文	用於化學機械研磨阻障層材料之方法與組合物
	英 文	METHODS AND COMPOSITIONS FOR CHEMICAL MECHANICAL POLISHING BARRIER LAYER MATERIALS
二、發明 創作人	姓 名	1. 蔡東辰 Stan D. Tsai 2. 李實健 Shijian Li 3. 劉鳳全 Feng Q. Liu 4. 孫立中 Lizhong Sun
	國 籍	1. 加拿大 2. 加拿大 3. 中華人民共和國 4. 中華人民共和國
住、居所	住、居所	1. 美國加州佛蒙特戴克斜坡 5444 號 5444 Dekker Terrace, Fremont, California 94555, U.S.A. 2. 美國加州聖荷西市朵尼頓大道 1202 號 1202 Donington Drive, San Jose, California 95129, U.S.A. 3. 美國加州聖荷西市拉戈維斯塔圓環 4729 號 4729 Lago Vista Circle, San Jose, CA 95129, U.S.A. 4. 美國加州聖荷西市溫塞山坡圓環 952 號 952 Winsor Hills Circle, San Jose, California 95123, U.S.A.
	代 表 人 姓 名	瓊西 J. 史維尼 Joseph J. Sweeney
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·應用材料股份有限公司 APPLIED MATERIALS, INC.
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號 3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A.

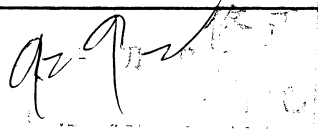
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱:)



用於化學機械研磨阻障層材料之方法與組合物

本發明大體上提供將一具有底層介電材質的基材平坦化的方法及組合物。本發明的態樣提供組合物及使用低研磨壓力，研磨組合物，不同研磨速度，選擇性研磨墊，及選擇性研磨溫度的組合藉由化學機械研磨技術來移除阻障層的方法以達到少的殘留物及最小的接縫損傷。本發明的態樣可藉由運用一多步驟處理來達成，該多步驟處理包括在低研磨壓力下依序的 CMP 用以移除被沉積之阻障層材質。

英文發明摘要(發明之名稱:)

Methods and Compositions for Chemical Mechanical Polishing Barrier Layer
Materials

The invention generally provides methods and compositions for planarizing a substrate surface having underlying dielectric materials. Aspects of the invention provide compositions and methods using a combination of low polishing pressures, polishing compositions, various polishing speeds, selective polishing pads, and selective polishing temperatures, for removing barrier materials by a chemical mechanical polishing technique with minimal residues and minimal seam damage. Aspects of the invention are achieved by employing a strategic multi-step process including sequential CMP at low polishing pressure to remove the deposited barrier materials.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

六、申請專利範圍

1. 一種用以在一化學機械研磨技術中去除阻障層之組合物，該組合物至少包含：

至少一還原劑，其是選自於由二元羧酸、三元羧酸及其組合所組成的組群中；

至少一還原劑，其選自於由葡萄糖、羥基胺及其組合所組成的組群中；及

去離子水，其中該組合物具有約為 7 或更低的 pH 值。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之組合物，其中該選自於由二元羧酸、三元羧酸及其組合所組成的組群中的該至少一還原劑高達該組合物的 1% 重量百分比，及該選自於由羥基胺、葡萄糖及其組合所組成的組群中的該至少一還原劑高達該組合物的 1% 重量百分比。

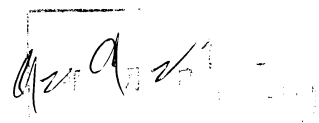
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之組合物，其更包含研磨顆粒、一表面活性劑、一腐蝕抑制劑、至少一 pH 調整劑、一緩衝劑、及其之組合。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之組合物，其更包含高達 2% 重量百分比的研磨顆粒，高達 1% 重量百分比的腐蝕抑制劑，及其之組合。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之組合物，其中該組合物

六、申請專利範圍

的組群中的物質。



8. 一種研磨一基材的方法，該基材具有一介電物質其上具有至少一開口，一阻障層物質其被沉積在該介電物質上，及一金屬導電物質其被沉積在該阻障物質上，該方法至少包含：

以一約 2 psi 或更小的第一研磨壓力及一約每秒 100 公分 (100 cps) 或更高的第一平均平台速度，在有第一組合物之下研磨在一研磨平台上的該基材用以去除該阻障物質；及

以一約 2 psi 或更小的第二研磨壓力及一約每秒 100 公分 (100 cps) 或更高的第二平均平台速度，在有第二組合物被施用至一第二研磨墊的情形之下研磨該基材用以去除殘留的阻障物質。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中在約 2 psi 或更小的第一及第二研磨壓力下研磨該基材更包含一約 55°C 或更低的第一及第二研磨溫度。
10. 如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其更包含在去除該阻障層物質期間的一約 55°C 或更高的第一研磨溫度及在去除該殘留阻障層物質期間的一約 55°C 或更高的第一研磨溫度。