



# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：**93129187**

※申請日期：**93-9-27**

※IPC 分類：

**B24B 37/04 (2006.01)**

**B24B 49/16 (2006.01)**

**H01L 21/304 (2006.01)**

**B24B 53/02 (2006.01)**

一、發明名稱：(中文/英文)

藉使用墊調修器之感測器信號控制化學機械研磨之方法及系統  
 METHOD AND SYSTEM FOR CONTROLLING THE CHEMICAL MECHANICAL  
 POLISHING BY USING A SENSOR SIGNAL OF A PAD CONDITIONER

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

高級微裝置公司

ADVANCED MICRO DEVICES, INC.

代表人：(中文/英文) 德瑞克 保羅 S / DRAKE, PAUL S.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國·加州 94088-3453·桑尼威·第 1AMD 區·M/S 68·郵政信箱 3453 號  
 One AMD Place, M/S 68, P. O. Box 3453, Sunnyvale, CA 94088-3453,  
 U. S. A.

國籍：(中文/英文) 美國 / U. S. A.

三、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 馬士森 葛德 / MARXSEN, GERD
2. 卡墨 珍士 / KRAMER, JENS
3. 史多克基 烏比 岡德 / STOECKGEN, UWE GUNTER

國籍：(中文/英文)

1. 至 3. 德國 / GERMANY

## 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 德國；2003年09月30日；10345381.4（主張優先權）

2. 美國；2004年06月02日；10/859,336（主張優先權）

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於製造微結構之領域，詳言之，係關於用來化學機械研磨(CMP)基板、承載例如用來形成積體電路之複數個晶粒之機具，其中該機具裝備有用來調修機具之研磨墊之表面之調修器系統(conditioner system)。

### 【先前技術】

於譬如積體電路之微結構中，像電晶體、電容器和電阻器之大數量之元件係藉由沉積半導體、導體和絕緣材料層，並藉用光學微影和蝕刻技術來圖案化該等層而製造於單一基板上。經常發生後續材料層之圖案化由於先前形成之材料層之明顯構形而蒙受不利影響之問題。而且，製造微結構時常需要去除先前沉積材料層之額外材料。例如，可藉由嵌入於電介質中金屬線之方式，電連接個別之電路元件，由此形成通常稱之為的金屬化層。於最新的積體電路中，一般提供了複數個此種金屬化層，該等金屬化層必須堆疊於彼此之上端以維持所需之功能。然而，材料層之重複圖案化造成持續增加之不平坦表面構形，該不平坦表面構形也會劣化後續之圖案化製程，尤其是在複雜積體電路情況時，對於具有次微米範圍之小尺寸結構特徵之微結構更是如此。

結果必須將形成特定後續層之間之基層之表面。有各種原因希望基層之表面平坦，其中一個原因是於用來圖案化微結構之材料層之微影術中限制了聚焦之光深度。

化學機械研磨(CMP)適合並廣泛用於去除多餘材料之製程，並達成基板之全面平坦。於CMP製程中，晶圓放置在稱之為研磨頭之適當形成的載具中，而當晶圓與研磨墊(polishing pad)接觸時，載具相對於研磨墊移動。於CMP製程期間供應漿料(slurry)於研磨墊，並包含與將要平面化之層之材料或各材料進行化學合成反應，該化學反應例如將材料轉變成為氧化物，而同時用包含於漿料和/或研磨墊中之研磨料以機械方式去除包含於漿料和/或研磨墊中之譬如金屬氧化物之反應產物。為了要達成層之高度平面化之同時欲獲得所希望之移除率(removal rate)，必須適當選擇CMP製程之參數和狀況，乃考量譬如研磨墊之結構、漿料之型式、相對於研磨墊移動時所施加於晶圓之壓力、以及晶圓和研磨墊之間之相對速度等因素。移除率復大大取決於漿料之溫度，而該溫度則顯著地受由該研磨墊和晶圓之相對移動所產生之磨擦量、具有磨除粒子之漿料之飽和度、以及尤其研磨墊之研磨表面之狀態等之影響。

多數之研磨墊係由具有許多通孔之多孔微結構聚合物材料所形成，該等通孔於操作期間填滿了漿料。通孔內密實之漿料係由於吸收從基板表面移除並累積於漿料中之粒子而產生。結果，移除率會一直減少，因此不利地影響平面化製程之可靠度(reliability)，並由此減少產量和完成半導體裝置之可靠度。

為了部分克服此問題，一般使用所謂之墊調修器(pad conditioner)，“再調修”研磨墊之表面。墊調修器包括調

修表面，該調修表面可包括各種材料，例如，包覆於抗蝕材料(resistant material)內之鑽石。於此等情況，一旦移除率評估為太低時，研磨墊之耗盡表面藉由該墊調修器之相對硬材料而磨除和/或再製。於其他情況，於較複雜之CMP裝置中，一面研磨基板一面使墊調修器連續與研磨墊接觸。

於複雜之積體電路中，關於CMP製程均勻性(uniformity)之製程要求非常嚴格，而使得研磨墊之狀態在單一基板之整個區域上，以及對於盡可能多基板之製程中，必須盡可能的維持一定。結果，墊調修器通常設有驅動組件和控制單元，而允許墊調修器(亦即，至少包括調修表面之載具)將相對於研磨頭而移動，以及研磨墊均勻地再製研磨墊，同時避免研磨頭之移動之干擾。因此，一般在調修器驅動組件中設有一個或多個電動馬達，以適當地旋轉和/或掃過(sweep)調修表面。

對於習知CMP系統存在一個問題是，事實上消耗材，譬如調修表面、研磨墊、研磨頭之組件、以及類似部件，必須規律地予以替換。例如，包含調修表面之鑽石一般可以具有少於2000個基板之使用壽命(lifetimes)，其中實際的使用壽命乃因各不同之因素而定，該等因素使得預測適當的替換時間非常困難。而且，消耗材之劣化使得極難根據經驗知識而維持製程穩定性。

有鑑於上述問題，因此需要改善於CMP系統中之控制策略，其中考慮到消耗材之使用狀況。

精細。且圖示中的各種特徵結構與摻雜區域的相對尺寸與製造出的裝置之尺寸可能有誇大或減少。然而，所附圖示僅用於說明本發明之實施例。應以熟悉該項技藝者所認定之意義來瞭解本文中的字彙與詞。本文前後一致使用的術語以及詞彙並無暗示特別的定義，特別定義係指與熟悉該項技藝者認知之普通慣用的定義所不同之定義。如果一個術語或詞彙具有特別定義，亦即非為熟悉該項技藝者所瞭解之義意時，本說明書將會直接且明確地提供其定義。

第 1 圖示意地表示依照本發明之 CMP 系統 100。CMP 系統 100 包括在其上安裝有研磨墊 102 之平板 101。平板 101 以旋轉方式附接於驅動組件 103，該驅動組件 103 組構成能以每分鐘 0 轉至每分鐘數百轉範圍內任何希望之轉數旋轉平板 101。研磨頭 104 耦接至驅動組件 105，該驅動組件 105 設成以旋轉研磨頭 104，並將該研磨頭 104 徑向相關該平板 101 移動，如 106 所示。

再者，可組構驅動組件 105 以裝載和未裝載基板 107 之任何所希望之方式移動研磨頭 104，該基板 107 由研磨頭 104 所容裝並保持在位置。設有漿料供應器 108 並予以定位，使得漿料 109 可適當供應至研磨墊 102。

CMP 系統 100 復包括調修系統 110，於下文中亦將稱之為墊調修器 110，該墊調修器 110 包括附接有調修構件 113 之頭件 111，而調修構件 113 包括含有譬如鑽石之適當材料之調修表面，該鑽石具有特定的質地(texture)，設計成對研磨墊 102 有最佳之調修效果。頭件 111 連接至驅動組

件 112，該驅動組件 112 轉而組構成旋轉該頭件 111 並相對於該平板 101 徑向移動，如箭號 114 所示。然而，可組構驅動組件 112 以便設置頭件 111 具有任何之可動性 (movability) 用來產生適當的調修效果。

驅動組件 112 包括至少一個任何適當構造之電動馬達，以賦予對墊調修器 110 所需之功能。例如，驅動組件 112 可包括任何型式之直流或交流伺服馬達。同樣，驅動組件 103 和 105 可裝設一個或多個適當的電動馬達。

CMP 系統 100 復包括控制單元 120，以可操作方式連接至驅動組件 103、105、和 112。控制單元 120 亦可連接至漿料供應器 108 以開始漿料分配。控制單元 120 可包括二個或多個可與適當通訊網路，譬如電纜連線、無線網路以及類似網路連線溝通之次單元。舉例而言，控制單元 120 可包括如設置在習知 CMP 系統之次控制單元，以便分別適當地提供控制信號 121、122 和 123 至驅動組件 105、103 和 112，俾便協調該研磨頭 104、該研磨墊 102 和墊調修器 110 之移動。控制信號 121、122 和 123 可代表任何適當之信號形式，以指示對應之驅動組件於所需之旋轉和/或可動之速度操作。

與習知 CMP 系統相反地，控制單元 120 配置成用以接收和處理從該驅動組件 112 來之信號，該信號基本上指示於操作期間研磨墊 102 和調修構件 113 之間之磨擦力作用。因此，信號 124 亦稱之為“感測器”信號。可以相對於次單元、譬如 PC 之分離之控制裝置、或為部分之設備管

理系統之形式執行接收和處理感測器信號 124 之能力。可藉由上述通訊網路而獲得結合習知處理控制功能與感測器信號處理之數據通訊。

於 CMP 系統 100 操作期間，基板 107 可裝載於研磨頭 104 上，該研磨頭 104 已適當定位以便容裝基板 107 並將該基板 107 輸送至研磨墊 102。應注意的是研磨頭 104 通常包括複數個氣體管線，提供真空和/或氣體至研磨頭 104，俾以固定基板 107 並於基板 107 和研磨墊 102 之間相對運動期間提供特定之向下力。

亦可藉由控制單元 120 來控制需用來適當操作研磨頭 104 之各種功能。例如，藉由控制單元 120 來致動漿料供應器 108 以便提供漿料 109，該漿料 109 根據平板 101 和研磨頭 104 之旋轉而分配遍及研磨墊 102。分別供應至驅動組件 105 和 103 之控制信號 121 和 122，造成基板 107 和研磨墊 102 之間之特定的相對運動，而達成所希望之移動率，該移動率如前面說明各項中所說明之，係依基板 107 之特徵、研磨墊 102 之構造和電流狀態、所使用漿料 109 之形式、和應用於基板 107 之向下力而定。於研磨該基板 107 之前和/或期間，帶動調修構件 113 與研磨墊 102 接觸，以便再製研磨墊 102 之表面。欲達成此目的，頭件 111 旋轉和/或掃過研磨墊 102，其中，例如，控制單元 120 提供控制信號 123 而使得於調修製程期間維持實際固定之速度(例如，旋轉速度)。依於研磨墊 102 之狀態和構件 113 之調修表面，對於給定型式之漿料 109，磨擦力作用並要

求特定之馬達轉矩量以維持特定之固定旋轉速度。

與作用於基板 107 與研磨墊 102 之間之磨擦力相反，該磨擦力也許相當依於基板特性，而也許因此於單一基板研磨製程期間大大地改變，調修構件 113 與研磨墊 102 之間之磨擦力可考慮實際由墊之“長期”發展所決定，並調修構件狀態而不會反應以基板為基礎之短期之波動。舉例而言，於調修製程之處理期間，對於複數個基板 107，調修構件 113 之表面質地之銳利度 (sharpness) 也許劣化，如此也許導致研磨墊 102 與調修構件 113 之間磨擦力之減少。結果，馬達轉矩和因此所需維持旋轉速度固定之馬達電流亦減少。因此，馬達轉矩值傳送於磨擦力之資訊，並依於至少調修構件 113 之狀態。例如表示馬達轉矩或馬達電流之感測器信號 124 係由控制單元 120 所接收，並予處理，以便估測至少調修構件 113 之電流狀態。因此，於本發明之一個實施例中，馬達轉矩可表示調修構件 113 之特性，以評估其電流狀態。也就是說，馬達轉矩特徵化磨擦力，並因此藉由調修構件 113 即時提供調修效果。

經過接收和處理後，例如比較臨限值，然後控制單元 120 可指示是否調修構件 113 之電流狀態為有效，亦即，考慮為適當提供所希望之調修效果。再者，於其他的實施例中，控制單元 120 可例如根據適當的演算和/或根據先前所獲得的參考資料，藉由儲存先前所獲得的馬達轉矩值，並添增這些值以進一步調修時間，而評估調修構件 113 之剩餘生命期。此將參照第 2 圖而更詳細說明。

第 2 圖示意地顯示驅動組件 112 之馬達電流對用來特定 CMP 系統 100 之操作狀況之調修時間之相依性之略圖。於特定操作狀況下，意味著於調修製程期間，提供特定型式之漿料 109，其中平板 101 之旋轉速度和頭件 111 之旋轉速度係維持實質之固定。而且，於獲得對於馬達電流之表示資料或參考資料，CMP 系統 100 可無基板 107 而操作，以便使用來評估調修構件 113 之狀態之墊劣化之相依性能最小。於另外之實施例中，可研磨產品基板 107 或專用測試基板，由此同時獲得研磨墊 102 和調修構件 113 之狀態之資訊，關於此將於後文中詳細說明。

第 2 圖顯示感測器信號 124，於此實施例中表示馬達電流，用於關於調修時間之三個不同調修構件 113。如圖所示，可於不連續的時間點獲得馬達電流值，或可實質連續地獲得馬達電流值，依於在處理感測器信號 124 中控制單元 120 之能力，以及驅動組件 112 之能力而定，以時間不連續(time discrete)方式或實質連續方式，提供感測器信號 124。於其他實施例中，可藉由插值法(interpolating)或否則使用配適演算(fit algorithm)，以分離馬達電流值而獲得平滑之馬達電流曲線。

於第 2 圖中，曲線 A、B 和 C 表示三個不同之調修構件 113 之個別之感測器信號 124，其中，於本例子中，係假設曲線 A、B 和 C 用可頻繁替換之研磨墊 102 所獲得，以便實際上排除墊劣化對於馬達電流之影響。曲線 A 表示調修構件 113 相較於由曲線 B 和 C 所表示之調修構件 113 經歷整

個調修時間需要較大量之馬達電流。因此，由曲線 A 所表示之調修構件 113 之磨擦力和調修影響也許高於由曲線 B 和 C 所表示之調修構件 113 所提供之調修影響。如 L 所示之虛線可表示最小馬達電流及因此所得之於研磨基板 107 期間至少需提供考量為充分保證製程穩定性之最小調修影響。結果，三個時間點  $t_A$ 、 $t_B$ 、 $t_C$  指示由曲線 A、B 和 C 所表示之調修構件 113 之個別有用之使用壽命。可藉由同時研磨實際產品基板 107 而獲得曲線 A、B 和 C 之情況，該控制單元 120 可指示一旦到達對應時間點  $t_A$ 、 $t_B$ 、 $t_C$  時之無效系統狀態。

於其他實施例中，可根據評估及使用前面進行馬達電流之感測器信號 124 以插值未來對應馬達電流曲線之變化情形 (behavior)，藉由控制單元 120 而預測對應構件 113 之剩餘使用壽命。例如，假設感測器信號 124 遵從第 2 圖中之曲線 B，而於時間點  $t_p$  要求關於調修構件 113 之剩餘使用壽命之預測 (例如，協調 CMP 系統 100 之各種組件之維修，或評估當建立用於某些製造序列之製程計劃時之機具可使用性)。由前面之進展及曲線 B 之斜率，然後可例如藉由插值、可靠評估之差值  $t_B - t_p$  (亦即，調修構件之剩餘有用使用壽命)，而判定控制單元 120。控制單元 120 之預測可進一步根據於初始相位  $t_p$  期間具有非常相似進展之其他馬達電流曲線之“經驗”。欲達此目的，可產生表示感測器信號 124 曲線庫 (library of curves)，其中例如馬達電流之感測器信號 124 係相關於用來特定 CMP 系統 100 之

操作狀況之對應調修時間。藉由使用作為參考資料之曲線庫，預測剩餘使用壽命之可靠度與進入曲線庫中資料之增加量相一致地增加。而且，從譬如曲線 A、B 和 C 之複數個代表曲線中，可建立於任何給定時間點之進一步發展平均變化情形，以便進一步改進預測調修構件 113 之剩餘使用壽命之可靠度。

如前面所指出的，磨擦力亦可取決於研磨墊 102 之電流狀態，而因此研磨墊 102 之劣化亦會在經歷時間中促使感測器信號 124 之進行。因為研磨墊 102 和調修構件 113 可具有相當不同之使用壽命，則可有利地獲得調修構件 113 和研磨墊 102 之狀態資訊，以便能夠分別指示個別元件之所需替換。因此，於本發明之一個例示實施例中，在馬達電流信號之一個例子中之感測器信號 124，與經歷時間關於研磨墊 102 之劣化之間建立關係。欲達此目的，可施行特定 CMP 配方（亦即，預定 CMP 配方(recipe)）用於複數個基板，其中屢次替換調修構件 113，以便使得調修構件 113 於劣化影響之測量結果降至最小。

第 3 圖以範例方式示意地顯示，經歷時間所獲得的感測器信號 124，該感測器信號 124 指示減少調修構件 113 與研磨墊 102 之間磨擦信號，其中該信號可假設可實際藉由改變研磨墊 102 之表面而造成減少調修影響。於本例子中，墊劣化也許造成輕微的減少馬達電流信號，反之，於另外的 CMP 製程中，可獲致不同之變化情形。應注意的是只要能夠清楚表示，即可使用感測器信號 124 之任何型式

之信號變化，以指示研磨墊 102 之狀態，也就是說，獲得感測器信號 124 於一些特定時距內經歷時間之實質單調變化情形。如前面參照第 2 圖所指出的，可調查複數個研磨墊 102 和複數個不同的 CMP 製程，以便建立參考資料庫，或連續更新任何使用於控制單元 120 用來評估 CMP 系統 100 之可消耗之現時狀態之參數。

於一個例示實施例中，例示表示於第 3 圖中之測量結果可與第 2 圖中之測量結果相結合，由此使得控制單元 120 能夠評估研磨墊 102 和調修構件 113 之剩餘可用使用壽命。舉例而言，當使用研磨墊 102 和調修構件 113 時，可調適控制單元 120 以精確監視時間週期。從第 2 圖中之測量結果，表示調修構件 113 之退化實質上不影響任何墊替換，由於額外減少由研磨墊 102 之額外劣化所引起之感測器信號 124，然後可期望稍微增加感測器信號 124 之減少。因此，於研磨複數個基板而不取代調修構件 113 和研磨墊 102 期間所獲得的實際感測器信號 124 可得到相似於第 2 圖中所示之曲線，除了這些曲線在經歷整個使用壽命期中有些許較陡峭的斜率外。因此，藉由比較實際的感測器信號 124 與如第 2 圖中所示之代表曲線，以及與如第 3 圖中所示之代表曲線，則可評估研磨墊 102 和調修構件 113 之現時狀態。

而且，亦可記錄用於實際 CMP 製程之感測器信號 124，該感測器信號 124 並可於替換後相關於可消耗 CMP 站 (CMP station) 100 之狀態，由此增加感測器信號 124 與可耗用