



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I637813 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：101114548

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 24 日

(51)Int. Cl. : **B24B49/00 (2012.01)****G05B19/19 (2006.01)**

(30)優先權：2011/04/29 美國

13/098,257

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)

美國

(72)發明人：張煥波 ZHANG, HUANBO (US)；辛格瑞特浩宜 SIN, GARRETT HO YEE (US)；

張靜宜 HEUNG, KING YI (US)；伯翰寧奈森 BOHANNON, NATHAN (US)；張

清 ZHANG, QING (CN)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 200607604A

TW 200822204A

CN 1554118A

JP 2006-043873A

US 2004-0023606A1

審查人員：張耀文

申請專利範圍項數：29 項 圖式數：8 共 44 頁

(54)名稱

選擇研磨參數以產生移除輪廓

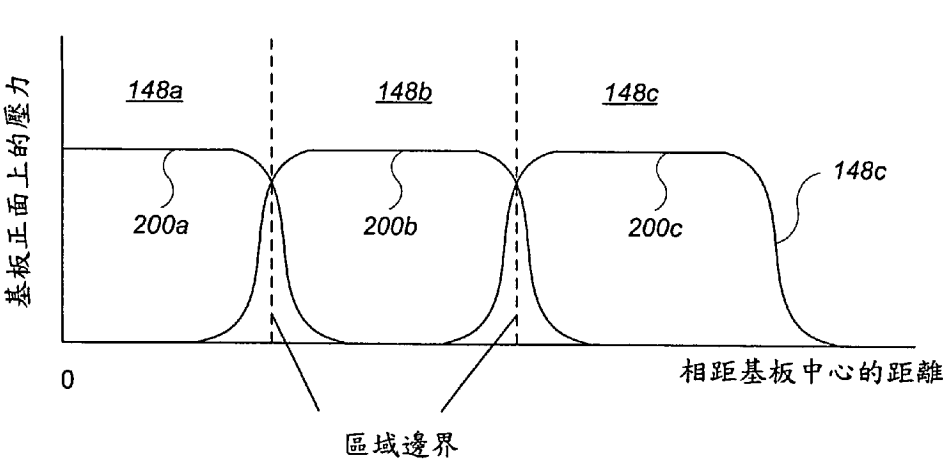
SELECTION OF POLISHING PARAMETERS TO GENERATE REMOVAL PROFILE

(57)摘要

選擇化學機械研磨系統的複數個控制參數值，系統包括承載頭，承載頭具有複數個區域來個別施加控制壓力至基板上。儲存涉及基板正面之移除輪廓變化與控制參數變化的資料，資料包括基板正面之複數個位置的移除量，且位置數量比腔室多。決定複數個控制參數的每一參數值，以最小化目標移除輪廓與由資料計算而得之預期移除輪廓間的差異，資料涉及基板正面的移除輪廓變化與參數變化。儲存複數個控制參數的每一參數值。

Values are selected for a plurality of controllable parameters of a chemical mechanical polishing system that includes a carrier head with a plurality of zones to apply independently controllable pressures on a substrate. Data is stored relating variation in removal profile on a front surface of the substrate to variation in the controllable rollable parameters, the data including removal at a plurality of positions on the front surface of the substrate, there being a greater number of positions than chambers. A value is determined for each parameter of the plurality of controllable parameters to minimize a difference between a target removal profile and an expected removal profile calculated from the data relating variation in removal profile on a front surface of the substrate to variation in the parameters. The value for each parameter of the plurality of controllable parameters is stored.

指定代表圖：



第4圖

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於在化學機械研磨期間控制承載頭。

【先前技術】

積體電路一般係藉由相繼沉積導電層、半導體層或絕緣層至矽晶圓而形成於基板上。一製造步驟涉及沉積填料層至非平面表面及平坦化填料層。就某些應用而言，平坦化填料層直到露出圖案化層的頂表面為止。導電填料層例如可沉積在圖案化絕緣層上，以填充絕緣層內的溝渠或孔洞。平坦化後，部分導電層留在絕緣層的凸起圖案之間而構成通孔、插栓和連線，以提供基板上之薄膜電路間的導電路徑。就其他諸如氧化物研磨等應用而言，平坦化填料層直到非平面表面上留下預定厚度為止。此外，光微影技術通常需要平坦化基板表面。

化學機械研磨（CMP）為公認的平坦化法之一。平坦化法一般需將基板安裝在承載頭或研磨頭上。露出的基板表面通常抵靠著旋轉研磨墊。承載頭提供控制負載至基板上，使基板推抵著研磨墊。研磨研漿一般供應至研磨墊表面。

CMP 的困難點在於達成均勻厚度的基板層。研漿分佈、研磨墊條件、研磨墊與基板的相對速度、和研磨墊與基板的相互作用動態變化都會導致基板各處有不同的

材料移除速率。該等變化和基板層的初始厚度變化將造成所得基板層厚度不同。

一些承載頭包括多個獨立的可加壓腔室。腔室提供個別控制壓力至基板的不同部分。藉由提供不同壓力至不同腔室，可選擇對應基板部分上的壓力和該等對應部分上的研磨速率，以部分補償基板層的不均勻性。

【發明內容】

一些控制系統假設施加均勻壓力至腔室覆蓋的基板區域各處而調整承載頭腔室的壓力，以達成目標研磨速率輪廓。例如，目標研磨速率輪廓只包括每腔室單一目標值，或者計算一組腔室壓力的演算法比較特定腔室的同一值與特定腔室下方之晶圓上每一點的目標值。

然實際操作時，腔室施加的壓力可能不均勻遍及腔室覆蓋的基板區域。此外，某一腔室的壓力可能影響不在腔室正下方之基板區域上的壓力，例如某一腔室的壓力可「溢出」其他腔室覆蓋的區域。計算腔室壓力的控制器計及此溢出和不均勻性。例如，可測量腔室實際產生的移除輪廓，當計算該組腔室壓力時，可利用此移除輪廓。更大致而言，可就不同製程參數值產生移除輪廓，當計算製程參數值以達成目標輪廓時，可利用該等移除輪廓。

在一態樣中，提出選擇化學機械研磨系統的複數個控

基板而言，複數個控制參數的該參數可不相同。計算預期移除輪廓可包括計算：

$$ERP = BRP + [K][P'] \times BRP,$$

其中 ERP 係預期移除輪廓，BRP 係基線移除輪廓，[K] 係測量輪廓時，行數等於參數總數 N 且列數等於基板表面之徑向位置總數 M 的常數矩陣，[P'] 係調整研磨系統參數的行矩陣。調整研磨系統參數可為：

$$P'_i = \frac{P_i - P_{0i}}{P_{0i}} \Bigg|,$$

其中 P_i 係待計算的研磨參數值， P_{0i} 係研磨參數的基線值。矩陣 [K] 可表示成：

$$[K] = \begin{bmatrix} K_{1,1} & \cdots & K_{1,N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ K_{M,1} & \cdots & K_{M,N} \end{bmatrix},$$

其中 M 係進行輪廓測量之徑向基板位置 x 的總數，N 係參數總數。矩陣的常數可為：

$$K_{x,i} = \frac{ARP_{x,i} - BRP_x}{BRP_x \cdot \left[\frac{PA_i - P_{0i}}{P_{0i}} \right]},$$

其中 $K_{x,i}$ 係就第 i 個參數對應基板輪廓位置 x 的矩陣 [K] 值， $ARP_{x,i}$ 係就第 i 個調整參數移除徑向位置 x 的材料量， BRP_x 係依據先前計算之基線移除輪廓移除徑向位置 x 的材料量， PA_i 係用以產生第 i 個調整移除輪廓的第 i 個參數值， P_{0i} 係基線移除輪廓的第 i 個參數值。決定每一參數值可包括迭代調整至少一個值、從資料計算預期移除輪廓，及決定預期壓力輪廓與目標壓力輪廓間的差

異。決定每一腔室的腔室壓力值可包括牛頓的最佳化法。可從研磨第一基板期間原位收集的資料產生目標移除輪廓，及調整研磨第一基板期間施加的至少一個壓力，以匹配腔室壓力值。可從在第一平臺研磨第一基板期間原位收集的資料產生目標移除輪廓，及在不同的第二平臺，利用腔室壓力來研磨第一基板。可從在第一平臺研磨第一基板期間原位收集的資料產生目標移除輪廓，及在第一平臺，利用腔室壓力來研磨不同的第二基板。

本發明的一或更多實施方式將配合附圖詳述於後。本發明的其他態樣、特徵和優點在參閱實施方式說明、圖式與申請專利範圍後將變得更清楚易懂。

【實施方式】

研磨系統可具有多個影響基板研磨速率的控制參數。每一參數控制研磨系統的相關硬體部件操作，且可由如控制系統的軟體設定參數。控制參數實例包括承載頭之腔室的壓力（包括施加向下壓力至基板或定位環之腔室的壓力）、承載頭轉速和平臺轉速。

第 1 圖圖示研磨設備 100 的實例。研磨設備 100 包括旋轉式盤狀平臺 120，平臺 120 上設置研磨墊 110。平臺可操作以繞著轉軸 125 旋轉。例如，馬達 121 可轉動傳動軸 124，進而轉動平臺 120。研磨墊 110 例如利用黏著

層可拆式固定於平臺 120。研磨墊 110 可為具外部研磨層 112 與軟背層 114 的雙層研磨墊。

研磨設備 100 可包括結合之研漿/潤洗手臂 130。研磨時，手臂 130 可操作以分配研磨液 132（如研漿）至研磨墊 110 上。雖然圖式僅圖示一個研漿/潤洗手臂 130，但也可採用附加噴嘴，例如每個承載頭設有一或更多專用研漿手臂。研磨設備亦可包括研磨墊調理器，用以摩擦研磨墊 110，使研磨墊 110 維持呈一致的研磨狀態。

研磨設備 100 可進一步包括承載頭 140。承載頭 140 可操作以支承基板 10，使基板抵著研磨墊 110。雖然圖式僅圖示一個承載頭 140，但也可採用附加承載頭，一些實施方式最好如是。在此類實施例中，可個別控制每一承載頭 140，且承載頭相關的研磨參數（例如腔室壓力、定位環壓力及/或承載頭轉速）為個別設定。

承載頭 140 可包括把基板 10 保持在彈性膜 144 下方的定位環 142。承載頭 140 亦可包括由膜界定的複數個個別控制加壓腔室，例如三個腔室 146a 至 146c，腔室 146a 至 146c 可個別施加控制壓力至彈性膜 144 和基板 10 背側上的相關區域 148a 至 148c（參見第 2 圖）。彈性膜 144 可由彈性材料組成，例如高強度矽氧橡膠。參照第 2 圖，中心區域 148a 為實質圓形，其餘區域 148b 至 148c 為圍繞中心區域 148a 的同心環狀區域。雖為便於說明，第 1 圖及第 2 圖僅圖示三個腔室，然其當可有兩個腔室、或四或更多腔室，例如五個腔室。

回溯第 1 圖，承載頭 140 懸吊於如旋轉料架的支撐結構 150，且承載頭 140 由傳動軸 152 連接至承載頭旋轉馬達 154，讓承載頭繞著軸 155 旋轉。視情況而定，承載頭 140 可於如旋轉料架 150 的滑件上橫向擺動，或由旋轉料架自轉振盪。操作時，平臺繞著平臺中心軸 125 旋轉，承載頭繞著承載頭中心軸 155 旋轉並橫向移動越過研磨墊的頂表面。

此外，雖然圖式僅圖示一個承載頭 140，但其當可提供更多承載頭來支承附加基板，以更有效利用研磨墊 110 的表面積。故適於在同時研磨製程中支承基板的承載頭組件數量至少部分取決於研磨墊 110 的表面積。

研磨設備亦包括原位監測系統 160，控制器 190 可利用監測系統的資料來決定是否需調整研磨速率或決定對於研磨速率之調整量，此將說明於後。原位監測系統 160 可包括光學監測系統，例如光譜監測系統或渦流監測系統。

在一個實施例中，監測系統 160 為光學監測系統。藉由設置口孔（即穿過研磨墊的孔洞）或實心窗口 118 可提供通過研磨墊的光學入口。實心窗口 118 可固定於研磨墊 110，例如像填充研磨墊之口孔的插栓一樣鑄造或黏接固定於研磨墊，但在一些實施方式中，實心窗口可支撐在平臺 120 上並伸進研磨墊的口孔。

光學監測系統 160 可包括光源 162、光偵測器 164 和電路系統 166，電路系統 166 發送及接收遠端控制器 190

(例如電腦)與光源 162 和光偵測器 164 間的訊號。一或更多光纖用來把光源 162 的光傳遞到研磨墊的光學入口，及將自基板 10 反射的光傳遞到偵測器 164。例如，雙叉光纖 170 可用來把光源 162 的光傳遞到基板 10 及傳回到偵測器 164。雙叉光纖包括鄰近光學入口設置的主幹 172 和分別連接光源 162 與偵測器 164 的兩個分支 174、176。

在一些實施方式中，平臺的頂表面可包括凹槽 128，凹槽內配設光學頭 168，用以支承雙叉光纖的主幹 172 一端。光學頭 168 可包括調整主幹 172 頂部與實心窗口 118 間之垂直距離的機構。

電路系統 166 的輸出可為數位電子訊號，訊號通過傳動軸 124 之旋轉式聯結器 129 (例如滑環)而至光學監測系統的控制器 190。同樣地，可打開或關閉光源，以回應數位電子訊號的控制指令，訊號從控制器 190 經由旋轉式聯結器 129 而至光學監測系統 160。或者，電路系統 166 可利用無線訊號與控制器 190 通訊。

光源 162 可操作以發射白光。在一個實施方式中，發射之白光包括波長為 200 奈米至 800 奈米的光。適合的光源為氫氣燈或氫汞燈。

光偵測器 164 可為光譜儀。光譜儀係測量部分電磁波譜之光強度的光學儀器。適合的光譜儀為光柵光譜儀。光譜儀的典型輸出為隨波長(或頻率)變化的光強度。

如上所述，光源 162 和光偵測器 164 可連接至運算裝

置，例如控制器 190，以控制光源與偵測器的運作及接收光源與偵測器的訊號。運算裝置可包括設於研磨設備附近的微處理器，例如可程式電腦。至於控制方面，運算裝置例如可同步化光源開啟和平臺 120 旋轉。控制器 190 亦可依據光學監測系統 160 的資料，產生目標壓力輪廓、儲存目標壓力輪廓，及計算承載頭的一組腔室壓力，以達成目標壓力輪廓。

在一些實施方式中，原位監測系統 160 的光源 162 和偵測器 164 安裝於平臺 120 且偕同平臺 120 旋轉。在此情況下，平臺的動作將促使感測器掃過每一基板。特別地，隨著平臺 120 旋轉，控制器 190 將促使光源 162 恰在每一基板 10 通過光學入口前開始發射一連串閃光且緊接在通過後結束。或者，運算裝置可促使光源 162 恰在每一基板 10 通過光學入口前開始連續發光且緊接在通過後結束。在任一情況下，可求得出自偵測器之訊號於採樣時期的積分，而以採樣頻率產生光譜測量。

操作時，控制器 190 例如可接收光源之特定閃光或偵測器之時間訊框內傳達光偵測器接收之光譜資訊的訊號。故此光譜為研磨期間的原位測量光譜。

如第 3 圖所示，若偵測器安裝於平臺，則當窗口 108 因平臺旋轉（如箭頭 204 所示）而於承載頭（例如支承第一基板 10a 的承載頭）下方移動時，以採樣頻率進行光譜測量的光學監測系統將對弧形越過第一基板 10a 的位置 201 進行光譜測量。例如，點 201a 至點 201k 中之

每一者代表監測系統通過第一基板 10a 的光譜測量位置（點數僅為舉例說明；其當可視採樣頻率進行比所繪點數更多或更少次測量）。如圖所示，平臺旋轉一周，即可取得基板 10a 上不同徑向位置的光譜。即，一些光譜係取自較靠近基板 10a 中心的位置，一些光譜則取自較靠近邊緣的位置。

如上述第 1 圖所示，加壓腔室 146a 至腔室 146c 可控制基板 10 抵著研磨墊 110 的向下壓力。通常，腔室施加至相關膜區域的壓力大多施予基板正面抵著研磨墊的對應區域。然一些施加壓力會「溢出」基板正面的區域間（參見第 4 圖）。此外，腔室於相關區域內施加的壓力可能不完全均勻。第 4 圖圖示數個壓力分佈曲線，各曲線為假設加壓承載頭的特定腔室時，施加於基板正面隨相距基板中心之距離變化的壓力圖。參照第 4 圖，在此實例中，如壓力分佈曲線 200a 所示，腔室 146a 提供的至少一些壓力施加至基板 10 的區域 148a、148b。同樣地，如壓力分佈曲線 200b 所示，腔室 146b 提供的至少一些壓力施加至區域 148a 至區域 148c 中之每一者，如壓力分佈曲線 200c 所示，腔室 146c 提供的至少一些壓力施加至區域 148c、148b。此外，即使在基板 10 的區域 148a 內，腔室 146a 施加的壓力亦非完全均勻。

不侷限於任何特定理論，壓力溢出和不均勻性可能係膜 144 的彈性本質所致。即受壓時，部分膜 144 會伸展或被迫擴展超出原來界定的區域。另外，不侷限於任何

特定理論，壓力溢出可能係基板 10 的厚度所致。例如，基板 10 可夠厚，使得傳遞至正面（即接觸研磨墊的基板表面）時，施加至背面（即接觸膜 144 的基板表面）的壓力徑向散佈遍及區域邊界。

通常，研磨系統經控制使研磨後的基板具有目標表面輪廓，例如遍及基板表面的目標厚度。目標表面輪廓可為均勻（例如平坦）或不均勻遍及基板表面。目標表面輪廓可由研磨系統的製造商手動設定、由研磨系統的操作員（例如半導體廠雇員）手動設定或由電腦軟體依據半導體廠的其他工具性能測量自動產生，以例如補償不均勻沉積或其他工具的移除。

如上所述，研磨速率（即自基板 10 移除材料的速率）可依數種研磨系統參數而不同，例如腔室壓力、定位環壓力、承載頭轉速、平臺轉速等。故結合此類參數可決定基板 10 經研磨後的表面輪廓。

控制器 190 可配置以儲存目標移除輪廓。控制器 190 使用目標移除輪廓來設定研磨系統的製程參數，例如承載頭 140 之腔室 146a 至腔室 146c 的壓力。目標移除輪廓代表基板正面各處的預期材料移除量。在一些實施方式中，目標移除輪廓可依據基板 10 的初始表面輪廓（例如研磨前於測量站測量或利用原位監測系統測量），由如控制器 190 或將目標移除輪廓前饋給控制器 190 的另一電腦系統決定。例如，目標移除輪廓可依下式計算：

$$TRP = ISP - TSP \quad (1)$$

其中 TRP 係目標移除輪廓，ISP 係初始表面輪廓，TSP 係目標表面輪廓。或者，若未知初始表面輪廓，則可把初始表面輪廓設為內定值。又，在一些情況下，研磨系統操作員可能預期自基板移除目標量、而非達成目標輪廓。此外，在一些情況下，研磨系統操作員可如依據先驗原理或先前經驗，簡單設定目標移除輪廓。在最後這種情況下，使用者可藉由使用者輸入至如控制器 190 或將目標移除輪廓前饋給控制器 190 的另一電腦系統而產生目標移除輪廓。

控制器 190 可產生及儲存特定組製程參數值的預期移除輪廓（即基板 10 正面各處的預期材料移除量）。

通常，選擇製程參數值（例如承載頭之腔室的壓力）係有利的，如此可使預期移除輪廓更密切近似（包括絕對匹配）目標移除輪廓。例如，若預期移除輪廓密切近似目標移除輪廓，則實際移除輪廓（即研磨基板的實際移除量）亦應密切近似目標移除輪廓。

應注意，本文所述移除輪廓可表示成基板表面的材料移除量或含糊地表示為材料移除速率（例如移除輪廓除以實際或預期研磨耗費時間）。另外，亦應理解用於計算的資料可按各種不同單位儲存，只要資料能轉換成計算用的一致單位即可。

在一些實施方式中，預期移除輪廓可計算成研磨參數（例如腔室 146a 至腔室 146c 提供的壓力）的線性函數。例如，增加特定腔室的壓力可線性增加基板對研磨墊的

壓力，進而線性增加研磨速率及線性增加移除量。特別地，就基板上的複數個不同點而言，例如相距基板中心不同徑向距離的點，移除量可依研磨參數（例如腔室壓力）的線性組合計算。

可依據測量資料，決定研磨參數與移除輪廓間的關係。例如，可測量測試基板的移除輪廓，其中利用不同組研磨參數值，研磨每一測試基板。特別地，可依一組研磨參數基線值來研磨一個基板，及測量該一個基板的基線移除輪廓。接著，以製程設定的每一參數，研磨附加基板，其中該參數設定成調整值，調整值不同於基線值（但其他參數設為基線值），及測量附加基板的調整移除輪廓。

在一些實施方式中，預期移除輪廓可依下式計算：

$$ERP = BRP + [K][P'] \times BRP \quad (2)$$

其中 ERP 係預期移除輪廓，BRP 係基線移除輪廓，[K] 係測量輪廓時，行數等於參數總數 N 且列數等於基板表面之徑向位置總數 M 的常數矩陣，[P'] 係調整研磨系統參數的向量。位置總數 M 可比承載頭的腔室數量多，且可大於控制參數總數 N。

藉由以一組內定研磨參數 $P_{01}, P_{02}, \dots, P_{0N}$ 研磨測試晶圓，及比較如於測量站測量研磨後的測量表面輪廓與初始表面輪廓，可決定基線移除輪廓。例如，基線移除輪廓可依下式計算：

$$BRP = ISP - BSP \quad (3)$$

其中 BRP 係基線移除輪廓，ISP 係初始表面輪廓，BSP 係以基線參數 $P0_1, P0_2, \dots P0_N$ 研磨測試基板所得的基線表面輪廓。

可依據基線移除輪廓和調整移除輪廓，決定矩陣 [K] 的常數。如上所述，藉由以每一參數研磨附加基板，同時改變該參數（一次一個基板），可產生調整移除輪廓。例如，可就每一改變參數，根據下式計算調整移除輪廓：

$$ARP_i = ISP - ASP_i \quad (4)$$

其中 ARP_i 係調整第 i 個研磨參數而得的調整移除輪廓，ISP 係初始表面輪廓， ASP_i 係調整第 i 個參數後測量的調整表面輪廓。特別地，矩陣 [K] 的常數值可依下式計算：

$$K_{x,i} = \frac{ARP_{x,i} - BRP_x}{BRP_x \cdot \left[\frac{PA_i - P0_i}{P0_i} \right]} \quad (5)$$

其中 $K_{x,i}$ 係就第 i 個參數對應基板輪廓位置 x 的矩陣 [K] 值， $ARP_{x,i}$ 係就第 i 個調整參數移除徑向位置 x 的材料量， BRP_x 係依據先前計算之基線移除輪廓移除徑向位置 x 的材料量， PA_i 係用以產生第 i 個調整移除輪廓的第 i 個參數值， $P0_i$ 係基線移除輪廓的第 i 個參數值。故矩陣 [K] 可表示為：

$$[K] = \begin{bmatrix} K_{1,1} & \cdots & K_{1,N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ K_{M,1} & \cdots & K_{M,N} \end{bmatrix} \quad (6)$$

其中 M 係進行輪廓測量之徑向基板位置 x 的總數， N

係參數總數。向量[P']的變量表式， $P_1', P_2', \dots P_N'$ ，可界定為：

$$P_i' = \frac{P_i - P_{0i}}{P_{0i}} \quad (7)$$

其中 P_i' 係對應第 i 個參數的向量[P']值， P_{0i} 係基線移除輪廓的第 i 個參數值， P_i 係變量建議參數值。故預期移除輪廓可表示為：

$$ERP = BRP + \begin{bmatrix} K_{1,1} & \cdots & K_{1,N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ K_{M,1} & \cdots & K_{M,N} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_1' \\ \vdots \\ P_N' \end{bmatrix} * BRP \quad (8)$$

其中 ERP 係預期移除輪廓，BRP 係基線移除輪廓，矩陣[K]的值與向量[P']的值係依上式(5)與(7)計算。

在一些實施方式中，實驗測量產生的各種輪廓（例如基線移除輪廓和調整移除輪廓）包括每一區域下方複數個位置的測量移除值，例如每一腔室下方的複數個位置。同樣地，計算預期移除量包括計算每一區域下方複數個位置的預期移除值，例如每一腔室下方的複數個位置。在一些實施方式中，如基線移除輪廓、調整移除輪廓和預期移除輪廓之輪廓包括基板上之 20 個至 300 個位置的值。例如，輪廓可包括基板上規則間隔 1 毫米之位置的值。

在一些實施方式中，藉由解答最小化預期移除輪廓與目標移除輪廓間差異的各參數，可決定適合參數組合。即，最小化 $ERP - TRP$ 的值。在許多情況下，可數學決定一或更多不同組參數，不同組參數提供等於目標移除

輪廓的預期移除輪廓，使得 $ERP - TRP = 0$ 。在其他情況下，可利用下式，將預期移除輪廓與目標移除輪廓間的差值最小化成可接受的非零值：

$$\Delta = \sum_{x=1}^M (ERP_x - TRP_x)^2 \quad (9)$$

其中 Δ 為差值， ERP_x 係基板上之徑向位置 x 的預期移除輪廓變量值， TRP_x 係徑向位置 x 之目標移除輪廓定值。計算 P_i 值可找出密切近似目標移除輪廓的預期移除輪廓。

在一些實例中，可配合式(9)使用迭代法（例如牛頓的最佳化法），以決定適當參數值組合而找出預計壓力輪廓與目標壓力輪廓間的最小差異，例如找出 Δ 的最小值。例如，市售求解功能（例如 Microsoft Excel 求解功能、MATLAB 求解功能及/或 Wolfram Mathematica 求解功能等）可用於決定適當參數值組合。在一些情況下，有數種適合的參數值組合。

一旦決定一組適當參數值，如上所述，控制器 190 即可配置以儲存參數值及執行研磨技術，因此以提供具目標表面輪廓的一或更多基板。

在大多數情況下，當所有其他參數值保持恆定時，基板 10 上之特定位置的研磨速率會隨施加至該基板位置的壓力線性變化，基板位於研磨墊上。

在另一實施方式中，控制器 190 可配置以儲存目標壓力輪廓。控制器 190 使用目標壓力輪廓來設定承載頭 140 之腔室 146a 至腔室 146c 的壓力。目標壓力輪廓代表基

板正面待施加至研磨墊的預期壓力。在一些實施方式中，目標壓力輪廓可視為壓力分佈，壓力分佈應產生達成目標表面輪廓所需的研磨速率。在一些實施方式中，目標壓力輪廓可依據基板 10 的初始表面輪廓（例如研磨前於測量站測量或利用原位監測系統測量）和已知研磨速率與研磨壓力間的線性關係，由如控制器 190 或將目標壓力輪廓前饋給控制器 190 的另一電腦系統決定。即，目標壓力輪廓可依下式計算：

$$TPP = m \times (ISP - TSP) \quad (10)$$

其中 TPP 係目標壓力輪廓，ISP 係初始表面輪廓，TSP 係目標表面輪廓，m 係經驗決定常數。或者，若未知初始表面輪廓，則可把初始表面輪廓設為內定值。又，在一些情況下，研磨系統操作員可能預期自基板移除目標量、而非達成目標輪廓。在此情況下，目標壓力輪廓不過是目標移除量的線性函數。此外，在一些情況下，研磨系統操作員可如依據先驗原理或先前經驗，簡單設定目標研磨輪廓。在最後這種情況下，使用者可藉由使用者輸入至如控制器 190 或將目標壓力輪廓前饋給控制器 190 的另一電腦系統而產生目標壓力輪廓。

控制器 190 可產生及儲存預期壓力輪廓（即腔室 146a 至腔室 146c 加壓時，研磨墊上之基板 10 正面各處的壓力分佈）。在一些實施方式中，可利用腔室 146a 至腔室 146c 施加的預期壓力輪廓，估計目標壓力輪廓。通常，目標壓力輪廓密切近似預期壓力輪廓係有利的。例如，

使目標壓力輪廓密切近似預期壓力輪廓將導致基板 10 的實際正面輪廓密切近似研磨後的目標表面輪廓。

在一些實施方式中，基板施加至研磨墊的預期壓力可計算成腔室 146a 至腔室 146c 提供之壓力的線性函數。例如，增加特定腔室的壓力可線性增加基板對研磨墊的壓力，進而線性增加研磨速率。特別地，就基板上的複數個不同點而言，例如相距基板中心不同徑向距離的點，預期壓力可依腔室壓力的線性組合計算。例如，預計壓力可依下式計算：

$$EP_x = \sum_{i=1}^N A_{i,x} * P_i \quad (12)$$

其中 EP_x 係施加至位置 x 的預計壓力， P_i 係承載頭之 N 個腔室中第 i 個腔室的壓力， $A_{i,x}$ 係常數。如上所述，位置 x 可相距基板中心一徑向距離。

可依據測量資料，決定腔室壓力與施加壓力間的關係（例如 $A_{i,x}$ 常數值）。在一些實例中，壓力感測器（例如具有埋置一維或二維壓力感測器陣列的實質平面片板）可插設在基板 10 的正面與剛性支撐件或研磨墊 110 之間。以基線壓力（例如約 0 磅/平方吋與 20 磅/平方吋之間）加壓腔室 146a 至腔室 146c 中之至少一者。測量工具提供的測量值反映了當施加基線腔室壓力時，施予基板 10 正面各處之一或更多位置（例如約 1 個位置至 100 個位置之間）的向下壓力。在一些實施方式中，記錄相距基板 10 之中心徑向距離而規則或不規則間隔之位置的測量值。測量次數將比個別控制腔室數量多。在一些

實施方式中，記錄特定腔室下方位置的測量值。例如，可記錄腔室 146a 下方的第一組多重測量值及記錄腔室 146b 下方的第二組多重測量值。

在一些實施方式中，一次只將腔室 146a 至腔室 146c 之一者加壓成基線壓力，其他腔室則不加壓。此時，記錄基板 10 正面各處的測量值（在一些實例中，一次將一個腔室加壓成不同基線壓力）。接著結合依每一腔室記錄的壓力分佈，以提供集合壓力分佈，此反映出壓力溢出基板正面的區域（參見第 4 圖）。在一些實施方式中，把特定點的測量向下壓力（出自壓力分佈輪廓）除以施加至測量腔室的基線壓力，可簡單計算得每一 $A_{i,x}$ 常數值。

在一些實例中，測量每一腔室在各種腔室壓力下的多個壓力分佈（如上述般記錄）。多個壓力分佈可共同用於計算預計壓力輪廓。記錄每一腔室在各種腔室壓力下的多個壓力分佈有利於增加近似準確度。第 5 圖圖示在不同腔室壓力下測量基板正面各處的壓力分佈。如圖所示，在基線腔室壓力和高於基線壓力 20% 及低於基線壓力 20% 的腔室壓力下，測量壓力分佈。

當提供每一腔室的多個壓力分佈時，預計壓力可依下式計算：

$$EP_x = \sum_{i=1}^N A_{i,x} * P_i + B_{i,x} \quad (13)$$

其中 EP_x 係施加至位置 x 的預計壓力， P_i 係承載頭之 N 個腔室中第 i 個腔室的壓力， $A_{i,x}$ 和 $B_{i,x}$ 係常數。再者，位置 x 可相距基板中心一徑向距離。

在一些實施方式中，藉由解答下列每一腔室 i 的方程組，可計算 $A_{i,x}$ 和 $B_{i,x}$ 常數值：

$$MP_{i,x,1} = A_{i,x} * P_{i,1} + B_{i,x} \quad (14)$$

$$MP_{i,x,2} = A_{i,x} * P_{i,2} + B_{i,x} \quad (15)$$

其中 $MP_{i,x,1}$ 和 $MP_{i,x,2}$ 係分別以第一腔室壓力 P_1 和第二腔室壓力 P_2 加壓腔室 i 時，基板上之徑向位置 x 的測量壓力。

在一些實施方式中，測量每一腔室的一或更多壓力分佈，同時亦加壓其他腔室。例如，第 6 圖圖示將腔室 146b 加壓成高於基線腔室壓力的 20% 及低於基線腔室壓力的 20%，同時將腔室 146a 與腔室 146c 加壓成基線腔室壓力的壓力分佈收集。雖然第 6 圖圖示均勻壓力，例如每一腔室處於相同壓力，但不同腔室不需處於相同壓力（儘管應加壓腔室）且於正面形成的壓力未必均勻。不侷限於任何特定理論，界定各腔室的膜材料擴展或膨脹程度（和對壓力分佈的影響）取決於相鄰腔室的壓力。由於操作時，通常會至少部分加壓腔室，故依此測量的壓力分佈可更精確地反映出基板正面因腔室壓力改變引起的壓力變化。

就特定腔室而言，可在一個、兩個或超過兩個的腔室壓力下，測量壓力分佈（採用超過兩個腔室壓力時，預計壓力可看作一組個別線段，或者單一線性函數可配適資料）。測量特定腔室之壓力分佈的腔室壓力數量受控於

可用運算資源、準確度要求與資料收集時間之間的平衡。

在一些實施方式中，可使用迭代法（例如牛頓的最佳化法），最佳化就每一腔室的可變個別壓力分佈來描繪預期壓力輪廓的一或更多方程式，以密切近似目標壓力輪廓。迭代法的第一步驟為比較在一或更多基線腔室壓力下測量的壓力分佈輪廓與目標壓力輪廓。接著，依據比較結果，調整方程式的至少一個變量（例如依據一個腔室的壓力分佈），及依據調整變量，計算預期壓力輪廓。接著比較預期壓力輪廓與目標壓力輪廓，及進行另一調整。持續迭代調整及比較，直到決定預期壓力輪廓密切近似目標壓力輪廓為止（即直到達比較閾值為止）。

在一些實例中，可就基板表面上各徑向位置的複數個目標壓力來描繪目標壓力輪廓（TPP）。同樣地，可就基板表面上各徑向位置的複數個預期壓力來描繪預計壓力輪廓（EPP）（即 EP_x -參見上式(12)和(13)）。如上所述，任何位置的預期壓力可計算成腔室壓力函數。故藉由解答最小化預計壓力輪廓與目標壓力輪廓間差異的各腔室壓力，可決定腔室壓力組合，以提供目標壓力輪廓的適當近似值。即，最小化 EPP - TPP 的值。

例如，可利用如平方或絕對值的和，計算預計壓力輪廓與目標壓力輪廓間的差值和腔室壓力值，以最小化此差異。例如，可利用下式之一來計算：

$$\Delta = \sum_{x=1}^M ([\sum_{i=1}^N A_{i,x} * P_i + B_{i,x}] - TP_x)^2 \quad (16)$$

$$\Delta = \sum_{x=1}^M ([\sum_{i=1}^N A_{i,x} * P_i] - TP_x)^2 \quad (17)$$

其中 Δ 為差值， TP_x 係施加至基板上 M 個徑向位置中第 x 個徑向位置的目標壓力， P_i 係承載頭之 N 個腔室中第 i 個腔室的壓力， $A_{i,x}$ 和 $B_{i,x}$ 係依據先前測量資料決定的常數。計算 P_i 值可找出 Δ 的最小值。

在一些實例中，可配合式(16)或式(17)之任何一者使用迭代法（例如牛頓的最佳化法），以決定適當腔室壓力組合而找出預計壓力輪廓與目標壓力輪廓間的最小差異，例如找出 Δ 的最小值。例如，市售求解功能可用於決定適當腔室壓力組合。在一些情況下，有數種適合的腔室壓力組合。

一旦決定可接受的預期壓力輪廓，即將內插及/或外推技術（亦可採用其他已知的數學近似技術）應用到測量基線壓力分佈，以決定每一腔室的對應腔室壓力。當使用出自單一基線壓力的壓力分佈時，需假設零刻度壓力分佈（即未加壓腔室時，只有很少或無研磨壓力施加）。

參照第 7 圖及第 8 圖，各圖圖示示例性流程。在一些情況下，可由研磨設備 100 之製造商的一或更多雇員進行第 7 圖所示製程步驟。例如，如上所述，製造商可測量及記錄每一腔室的一或更多壓力分佈（步驟 702）。如上所述，例如計算常數 $A_{i,x}$ 、 $B_{i,x}$ ，以將壓力分佈用於計算（或以其他方式決定）腔室壓力與基板對研磨墊之向下壓力間的關係（步驟 704）。研磨設備 100 的製造商可提供半導體廠此資訊。

在一些情況下，可由半導體廠的一或更多雇員進行第

8 圖所示製程步驟。例如，利用半導體廠用於形成積體電路的部分平坦化技術，決定基板的適當目標表面輪廓（步驟 802）。測量基板的初始表面輪廓（步驟 804）。例如，可在研磨前於測量站測量或研磨期間利用原位監測系統測量基板的表面輪廓。決定研磨速率與基板對研磨墊之向下壓力間的關係（步驟 806）。在一些情況下，可從研磨設備或研磨墊供應商提供的資料獲得此資訊。在一些其他情況下，可由半導體廠憑經驗決定此關係，例如實驗決定常數 m （參見式(10)）。在一些實施方式中，如上所述，可依據初始表面輪廓、目標表面輪廓和研磨速率與壓力間的關係，決定目標壓力輪廓（步驟 808）。接著，如上所述，可依據腔室壓力與基板表面各處基板抵著研磨墊之向下壓力間的已知關係，決定達成目標壓力輪廓和目標表面輪廓的適當腔室壓力組合（步驟 810）。

在本說明書中，「基板」一詞例如包括產品基板（例如包括多個記憶體晶粒或處理器晶粒者）、測試基板、裸基板和開門基板。基板可處於各種積體電路製造階段，例如基板可為裸晶圓，或者基板可包括一或更多沉積層及/或圖案化層。「基板」一詞可包括圓盤和矩形片板。

本發明實施例和說明書所述所有功能操作可實施於數位電子電路系統或電腦軟體、韌體或硬體，包括本說明書提及的結構裝置和該結構裝置的結構均等物或該結構裝置的組合物。本發明的實施例可實施成一或更多電腦程式產品，即實體收錄於資訊載體（例如機器可讀取非

暫時性儲存裝置)或傳遞訊號的一或更多電腦程式,以供資料處理設備(例如可程式處理器、電腦或多個處理器或電腦)執行或控制其操作。電腦程式(亦稱為程式、軟體、軟體應用程式或編碼)可以任何包括編譯語言或解譯語言之程式語言編寫,電腦程式並可配置成任何形式,包括獨立程式或模組、部件、副程式或其他適用運算環境的單元。電腦程式不一定要對應一個檔案。程式可儲存在保存其他程式或資料的部分檔案、提問程式專用的單一檔案或多重座標檔案(例如儲存一或更多模組、副程式或部分編碼的檔案)。電腦程式可配置供一個電腦或位於一個網點或分散遍及多個網點且由通訊網路互連的多個電腦執行。

本說明書所述之製程和邏輯流程可由一或更多可程式處理器進行,可程式處理器執行一或更多電腦程式,以藉由操作輸入資料及產生輸出而執行功能。製程和邏輯流程亦可由特定用途的邏輯電路系統進行,且設備也可實施做為特定用途的邏輯電路系統,例如現場可程式閘陣列(field programmable gate array; FPGA)或特定功能積體電路(application-specific integrated circuit; ASIC)。

上述研磨設備和方法可應用到各種研磨系統。無論是研磨墊或承載頭或二者都可移動而提供研磨表面與基板間的相對動作。例如,平臺可不自轉、而是進行公轉。研磨墊可為固定於平臺的圓形墊(或某些其他形狀)。某

些終點偵測系統態樣可應用到線性研磨系統，例如研磨墊為線性移動之連續式或捲盤式研磨帶。研磨層可為標準研磨材料（例如含有填料或不含填料之聚胺酯）、軟材料或固定研磨材料。在此採用相對位置的術語；應理解操作時，研磨表面與基板可保持朝垂直位向或某些其他位向。

本發明的特定實施例已描繪如上。其他實施例亦落在後附申請專利範圍所界定的範圍內。例如，申請專利範圍提及的動作可按不同順序進行而仍達到預期的結果。

【圖式簡單說明】

第 1 圖圖示化學機械研磨設備實施例的示意截面圖。

第 2 圖圖示具有多個區域的基板的示意上視圖。

第 3 圖圖示研磨墊的上視圖，並圖示基板上進行原位測量的位置。

第 4 圖圖示一次加壓各承載頭腔室所造成的測量壓力分佈集合。

第 5 圖圖示將承載頭腔室加壓成不同壓力，同時不加壓相鄰腔室所造成的測量壓力分佈收集。

第 6 圖圖示將承載頭腔室加壓成不同壓力，同時將相鄰腔室加壓至基線壓力所造成的測量壓力分佈收集。

第 7 圖為產生壓力分佈輪廓的方法流程圖。

第 8 圖為選擇承載頭之腔室壓力的方法流程圖。

各圖中相同的元件符號和稱號代表相同的元件。

【主要元件符號說明】

10、10a	基板	100	研磨設備
108、118	窗口	110	研磨墊
112	外部研磨層	114	軟背層
120	平臺	121、154	馬達
124、152	傳動軸	125、155	軸
128	凹槽	129	聯結器
130	手臂	132	研磨液
140	承載頭	142	定位環
144	膜/彈性膜	146a-146c	腔室
148a-148c	區域	150	支撐結構/旋轉料架
160	監測系統	162	光源
164	光偵測器	166	電路系統
168	光學頭	170	雙叉光纖
172	主幹	174、176	分支
190	控制器	200a-200c	曲線
201	位置	201a-201k	點
204	箭頭		
702、704、802、804、806、808、810	步驟		

I637813

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；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：101114548

※ 申請日期：2012 年 4 月 24 日

※IPC 分類：**B24B 49/00** (2012.01)
G05B 19/19 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

選擇研磨參數以產生移除輪廓

SELECTION OF POLISHING PARAMETERS TO GENERATE REMOVAL PROFILE

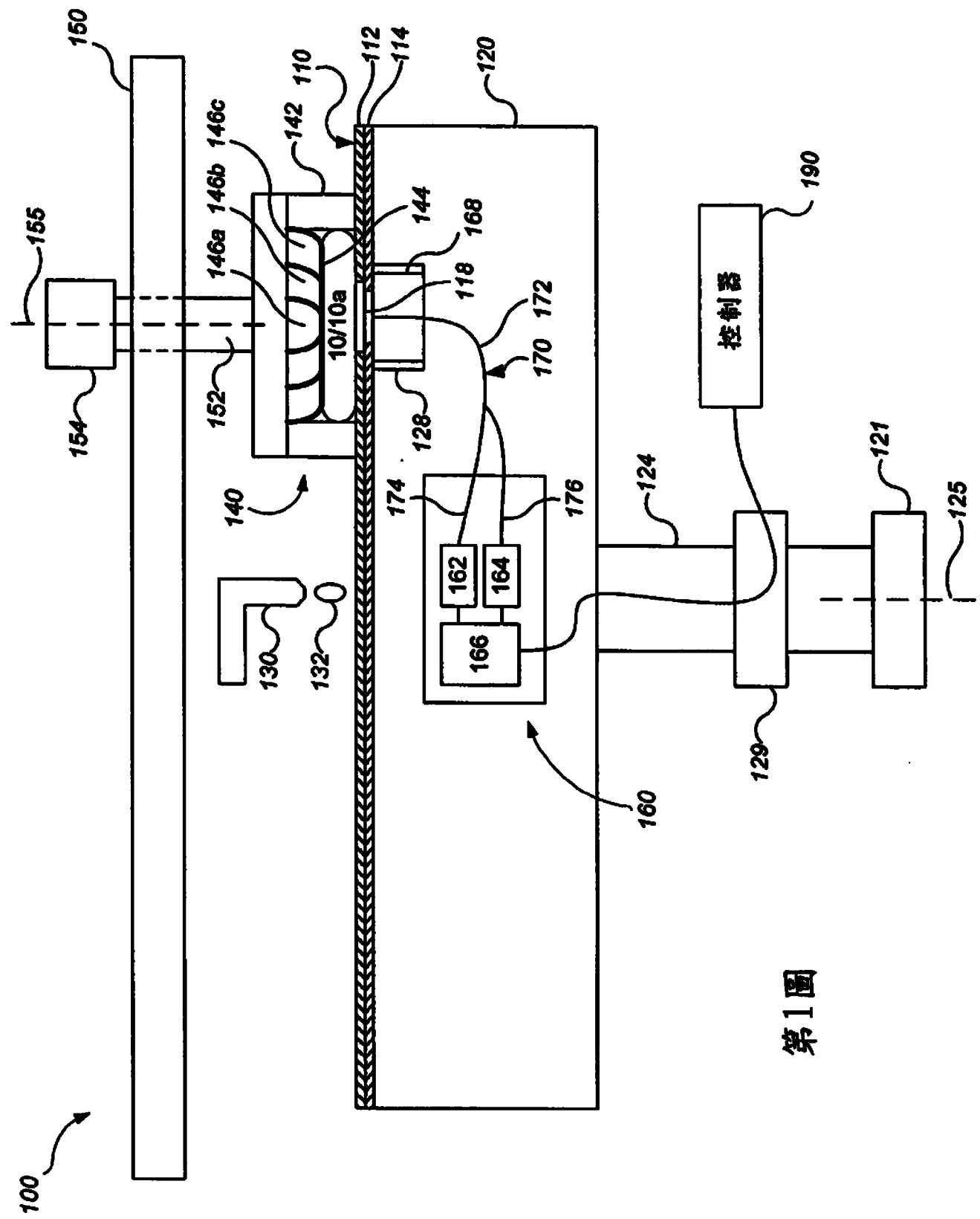
二、中文發明摘要：

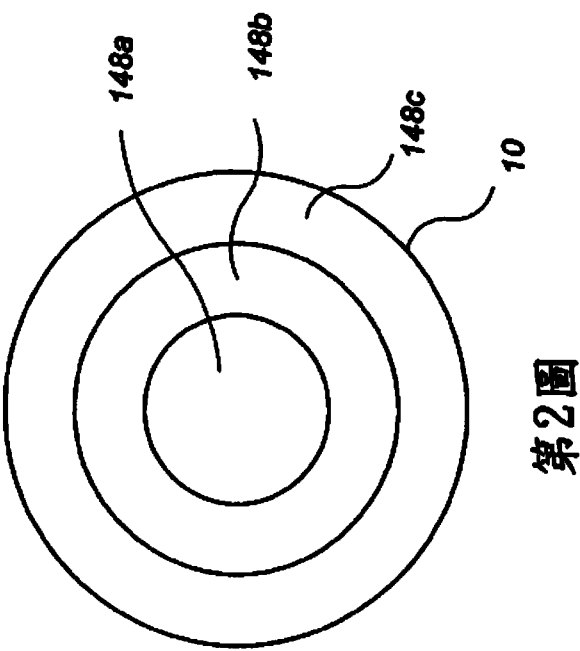
選擇化學機械研磨系統的複數個控制參數值，系統包括承載頭，承載頭具有複數個區域來個別施加控制壓力至基板上。儲存涉及基板正面之移除輪廓變化與控制參數變化的資料，資料包括基板正面之複數個位置的移除量，且位置數量比腔室多。決定複數個控制參數的每一參數值，以最小化目標移除輪廓與由資料計算而得之預期移除輪廓間的差異，資料涉及基板正面的移除輪廓變化與參數變化。儲存複數個控制參數的每一參數值。

三、英文發明摘要：

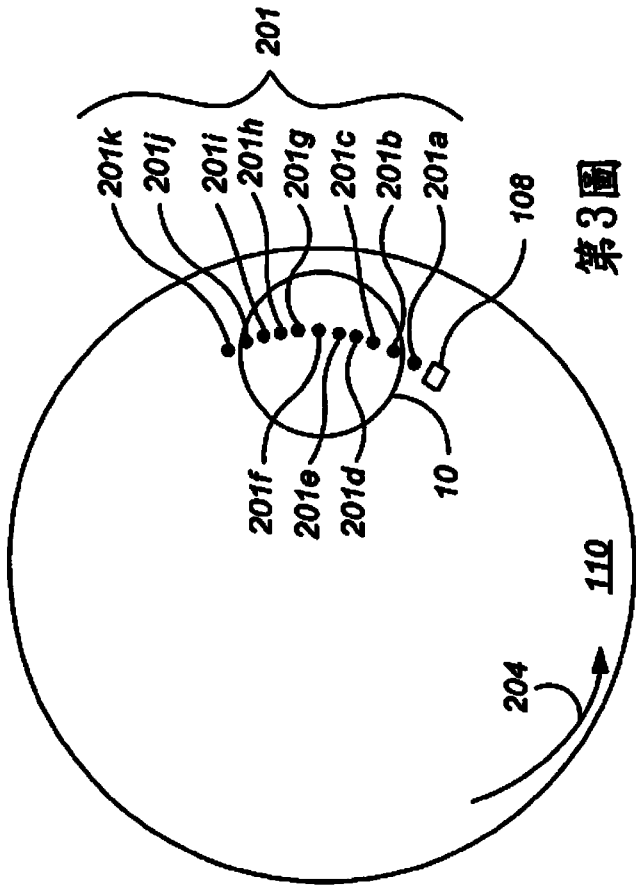
Values are selected for a plurality of controllable parameters of a chemical mechanical polishing system that includes a carrier head with a plurality of zones to apply independently controllable pressures on a substrate. Data is stored relating variation in removal profile on a front surface of the substrate to variation in the controllable rollable parameters, the data including removal at a plurality of positions on the front surface of the substrate, there being a

greater number of positions than chambers. A value is determined for each parameter of the plurality of controllable parameters to minimize a difference between a target removal profile and an expected removal profile calculated from the data relating variation in removal profile on a front surface of the substrate to variation in the parameters. The value for each parameter of the plurality of controllable parameters is stored.

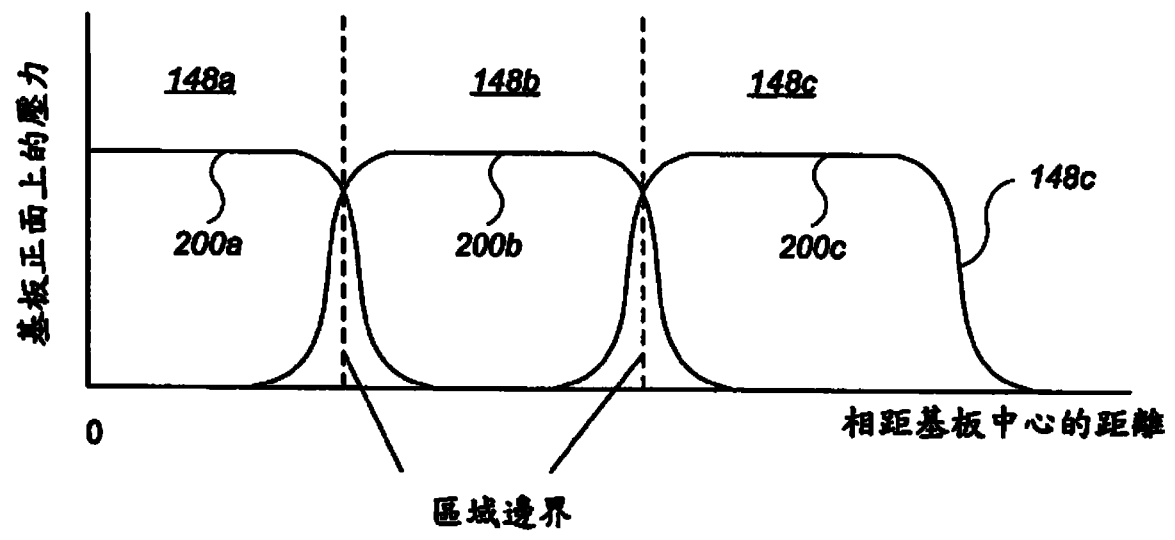




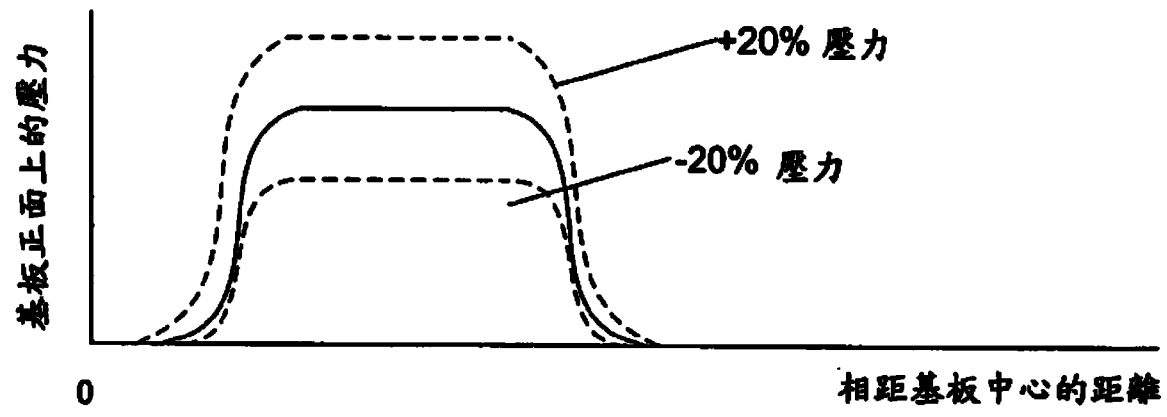
第2圖



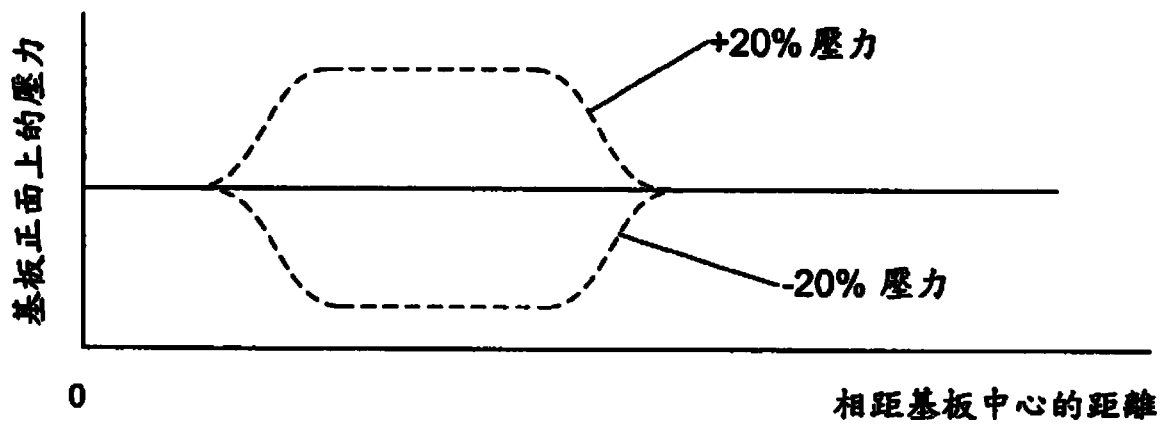
第3圖



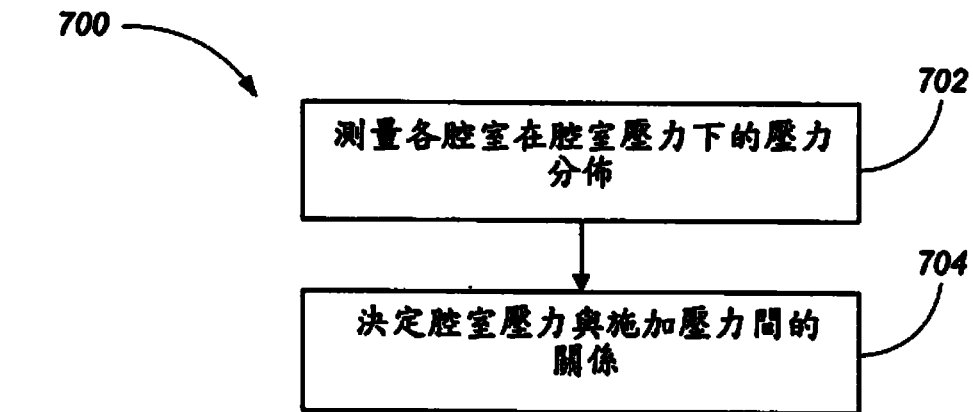
第4圖



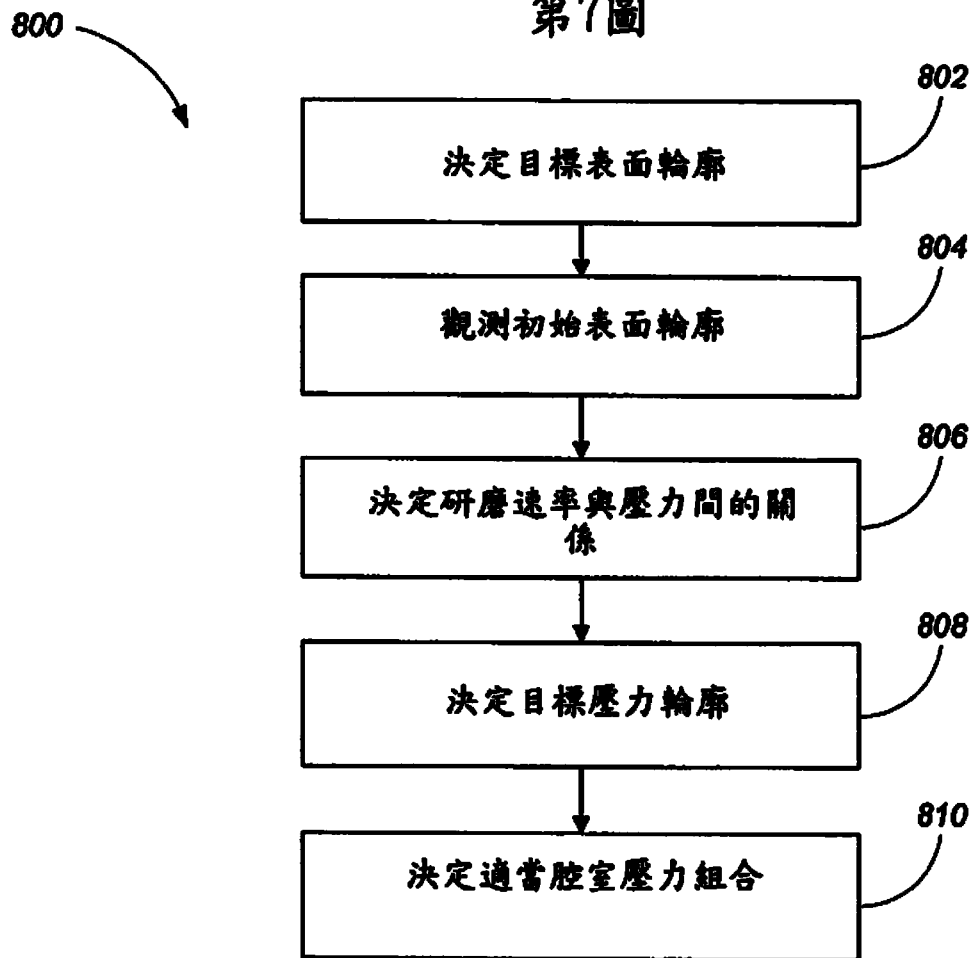
第5圖



第6圖



第7圖



第8圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 4 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

148a-148c 區域

200a-200c 曲線

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

制參數值的方法，化學機械研磨系統包括承載頭，承載頭具有複數個區域來個別施加控制壓力至基板上。儲存涉及基板正面之移除輪廓變化與控制參數變化的資料，資料包括基板正面之複數個位置的移除量，且位置數量比腔室多。決定複數個控制參數的每一參數值，以最小化目標移除輪廓與由資料計算而得之預期移除輪廓間的差異，資料涉及基板正面的移除輪廓變化與參數變化。儲存複數個控制參數的每一參數值。

實施方式可選擇性包括一或更多下列特徵。複數個控制參數可包括承載頭之複數個腔室的壓力，腔室施加壓力至複數個區域。複數個控制參數可包括承載頭之腔室的壓力，腔室施加壓力至承載頭的定位環。複數個區域可同心排列，複數個位置可為自基板中心起算之半徑。複數個位置可包括複數個區域之第一區域下方的複數個第一位置和複數個區域之第二區域下方的複數個第二位置。複數個控制參數可包括平臺轉速或承載頭轉速。位置可規則間隔遍及基板。位置數量可比參數多。儲存資料可包括儲存複數個測量移除輪廓，每一測量移除輪廓可包括在基板上複數個位置的每一位置，自基板正面移除的量。複數個移除輪廓可包括以複數個控制參數的一組基線值來研磨一個基板的基線移除輪廓。複數個移除輪廓可包括附加基板的複數個調整移除輪廓，可只以複數個控制參數的一參數研磨每一附加基板，該參數設定成調整值，調整值不同於該一個基板的基線值。就每一附加

七、申請專利範圍：

1. 一種選擇在一化學機械研磨系統中的一承載頭的複數個可個別控制的腔室壓力的數值的方法，該承載頭包括複數個腔室以將該等可個別控制的腔室壓力施加至在一基板上的複數個相對應的區域，該方法包含以下步驟：

針對於每一腔室和相對應的區域，儲存涉及該基板之一正面的一移除輪廓變化與該腔室的該可控制的腔室壓力變化的資料，該資料包括該基板的該正面之複數個位置的移除量，且該等位置數量比該等腔室多，該等複數個位置包括：在該相對應的區域內部的位置和在該相對應的區域外部的位 置；

針對於該等複數個可控制的腔室的每一腔室，決定一腔室壓力的一數值，以最小化一目標移除輪廓與由該資料計算而得之一預期移除輪廓間的一差異，該資料涉及該基板之一正面的移除輪廓變化與每一腔室的該腔室壓力的變化，而使得針對於在該等複數個區域中的一個區域中的至少一些位置的一預期的移除速率包括：對應於該區域的該腔室的該腔室壓力的影響和並不對應於該區域的該腔室的該腔室壓力的影響；以及

儲存該等複數個可控制的腔室壓力中的每一腔室壓力值。

2.如請求項 1 所述之方法，其中該等複數個區域同心排列，且該等複數個位置為自該基板的中心起算之半徑

(radial distance)，以及其中該等複數個位置包括該等複數個區域之一第一區域下方的複數個第一位置和該等複數個區域之一第二區域下方的複數個第二位置。

3.如請求項 1 所述之方法，其中該等位置規則間隔遍及該基板。

4.一種選擇一化學機械研磨系統的複數個可控制的參數值的方法，該化學機械研磨系統包括一承載頭，該承載頭具有複數個區域來施加可個別控制的壓力至一基板上，該方法包含以下步驟：

儲存涉及該基板之一正面的一移除輪廓變化與該等可控制的參數變化的資料，該資料包括該基板的該正面之複數個位置的移除量，且該等位置數量比腔室多；其中該儲存資料的步驟進一步包含以下步驟：儲存複數個移除輪廓，每一移除輪廓包括：在該基板上之複數個位置中的每一位置處，自該基板之該正面的一移除量，及其中該等複數個移除輪廓包括：以該等複數個可控制的參數的一組基線值來研磨一個基板的一基線移除輪廓；

決定該等複數個可控制的參數的每一參數值，以最小化一目標移除輪廓與由該資料計算而得之一預期移除輪廓間的一差異，該資料涉及該基板之該正面的移除輪廓變化與該等可控制的參數變化；及

儲存該等複數個可控制的參數的每一參數值；

其中計算該預期移除輪廓之步驟包含以下之計算步驟：

$$ERP = BRP + [K][P'] \times BRP,$$

其中 ERP 係該預期移除輪廓，BRP 係該基線移除輪廓，[K]係測量該輪廓時，一行數等於該等參數總數 N 且一列數等於該基板表面之多個徑向位置總數 M 的一常數矩陣，及[P']係調整研磨系統參數的一行矩陣。

5.如請求項 4 所述之方法，其中該等位置數量比該等參數多。

6. 如請求項 4 所述之方法，其中該等複數個可控制的參數包括下列所述參數中的一或多個：該承載頭的一腔室的一壓力，該腔室施加壓力至該承載頭的一定位環、一平臺轉速，或一承載頭轉速。

7. 一種選擇在一化學機械研磨系統中的一承載頭的複數個可個別控制的腔室壓力的數值的方法，該承載頭包括複數個腔室以將該等可個別控制的腔室壓力施加至在一基板上的複數個相對應的區域，該方法包含以下步驟：

針對於每一腔室，儲存涉及該基板之一正面的壓力分佈與該腔室的一腔室壓力的資料，該資料包括：在該基板的該正面之複數個位置處的壓力，且該等位置數量比該等腔室多，該等複數個位置包括：在對應於該腔室的

一區域內部的位置和在對應於該腔室的該區域外部的位置；

針對於該等複數個可控制的腔室的每一腔室，決定一腔室壓力的一數值，以最小化一目標壓力輪廓與由該資料計算而得之一預期壓力輪廓間的一差異，該資料涉及該基板之該正面的壓力分佈與該腔室壓力，而使得針對於在該等複數個區域中的一個別的區域內的至少一些位置的一預期的壓力輪廓包括：對應於該分別的區域的該腔室的該腔室壓力的影響和並不對應於該分別的區域的該腔室的該腔室壓力的影響；及

儲存該等複數個可控制的腔室壓力中的每一腔室壓力值。

8. 如請求項 7 所述之方法，其中該等複數個區域同心排列，且該等複數個位置為自該基板的中心起算之半徑，以及其中該等複數個位置包括該等複數個區域之一第一區域下方的複數個第一位置 and 該等複數個區域之一第二區域下方的複數個第二位置。

9. 如請求項 1 所述之方法，其中該等位置遍及該基板按規律性地隔開。

10. 一種用於選擇在一化學機械研磨系統中的一承載頭的複數個可個別控制的腔室壓力的數值的電腦程式產

品，該承載頭包括複數個腔室以將該等可個別控制的腔室壓力施加至在一基板上的複數個相對應的區域，該電腦程式產品利用有形的方式被編碼在一儲存裝置上和進行操作以使得一處理器執行數個操作，該等操作包含：

針對於每一腔室，儲存涉及該基板之一正面的一移除輪廓變化與該腔室的該等可控制的腔室壓力變化的資料，該資料包括在該基板的該正面之複數個位置的移除量，且該等位置數量比該等腔室多，該等複數個位置包括：在對應於該腔室的一區域內部的位置和在對應於該腔室的該區域外部的位 置；

針對於該等複數個可控制的腔室的每一腔室，決定一腔室壓力的一數值，以最小化一目標移除輪廓與由該資料計算而得之一預期移除輪廓間的一差異，該資料涉及該基板之一正面的移除輪廓變化與每一腔室的腔室壓力變化，而使得針對於在該等複數個區域中的一個別的區域內的至少一些位置的一預期的移除速率包括：對應於該分別的區域的該腔室的該腔室壓力的影響和並不對應於該分別的區域的該腔室的該腔室壓力的影響；及

儲存該等複數個可控制的腔室壓力中的每一腔室壓力值。

11.如請求項 10 所述之電腦程式產品，其中用以儲存資料的指令包含：用以儲存複數個測量移除輪廓的指令，其中每一測量移除輪廓包括在該基板上之複數個位置的

每一位置，自該基板之一正面的一移除量。

12.如請求項 11 所述之電腦程式產品，其中該等複數個移除輪廓包括以該等複數個可控制的參數的一組基線值來研磨一個基板的一基線移除輪廓。

13.如請求項 12 所述之電腦程式產品，其中該等複數個移除輪廓包括多個附加基板的複數個調整移除輪廓，並且只以該等複數個可控制的參數的一參數研磨每一附加基板，該等參數設定成一調整值，該調整值不同於該一個基板的該基線值。

14.如請求項 10 所述之電腦程式產品，其中用以決定每一參數值的指令包含：用以迭代調整至少一個值、從該資料計算該預期移除輪廓，及決定該預期壓力輪廓與該目標壓力輪廓間的一差異的指令。

15.如請求項 10 所述之電腦程式產品，進一步包含：用以從研磨一第一基板期間原位收集的資料產生該目標移除輪廓，及調整研磨該第一基板期間施加的至少一個壓力，以匹配該腔室壓力值的指令。

16.如請求項 10 所述之電腦程式產品，進一步包含：用以從在一第一平臺研磨一第一基板期間原位收集的資料

產生該目標移除輪廓，及在一不同的第二平臺，利用該腔室壓力來研磨該第一基板的指令。

17.如請求項 10 所述之電腦程式產品，進一步包含：用以從在一第一平臺研磨一第一基板期間原位收集的資料產生該目標移除輪廓，及在該第一平臺，利用該腔室壓力來研磨一不同的第二基板的指令。

18. 一種用於選擇一化學機械研磨系統的複數個可控制的參數值的電腦程式產品，該化學機械研磨系統包括一承載頭，該承載頭具有複數個區域來施加可個別控制的壓力至一基板上，在一儲存裝置上對該電腦程式產品實體編碼和進行操作以使得一處理器執行數個操作，該等操作包含：

儲存涉及該基板之一正面的一移除輪廓變化與該等可控制的參數變化的資料，該資料包括該基板的該正面之複數個位置的移除量，且該等位置數量比該等腔室多；其中該儲存資料的步驟進一步包含以下步驟：儲存複數個移除輪廓，每一移除輪廓包括：在該基板上之複數個位置中的每一位置處，自該基板之該正面的一移除量，及其中該等複數個移除輪廓包括：以該等複數個可控制的參數的一組基線值來研磨一個基板的一基線移除輪廓；

決定該等複數個可控制的參數的每一參數值，以最小

化一目標移除輪廓與由該資料計算而得之一預期移除輪廓間的一差異，該資料涉及該基板之該正面的移除輪廓變化與該等可控制的參數變化；及

儲存該等複數個可控制的參數的每一參數值；

其中計算該預期移除輪廓之步驟包含以下之計算步驟：

$$ERP = BRP + [K][P'] \times BRP,$$

其中 ERP 係該預期移除輪廓，BRP 係該基線移除輪廓，[K]係測量該輪廓時，一行數等於該等參數總數 N 且一列數等於該基板表面之多個徑向位置總數 M 的一常數矩陣，及[P']係該等調整研磨系統參數的一行矩陣。

19. 如請求項 18 所述之電腦程式產品，其中該等位置數量比該等參數多。

20. 如請求項 18 所述之電腦程式產品，其中該等調整研磨系統參數包含：

$$P'_i = \frac{P_i - P_{0i}}{P_{0i}},$$

其中 P_i 係待計算的一研磨參數值，及 P_{0i} 係該研磨參數的一基線值。

21. 如請求項 20 所述之電腦程式產品，其中該矩陣[K]可表示成：

$$[K] = \begin{bmatrix} K_{1,1} & \cdots & K_{1,N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ K_{M,1} & \cdots & K_{M,N} \end{bmatrix} ,$$

其中 M 係進行輪廓測量之多個徑向基板位置 x 的總數，
及 N 係該等參數總數。

22. 如請求項 21 所述之電腦程式產品，其中該矩陣的常數包含：

$$K_{x,i} = \frac{ARP_{x,i} - BRP_x}{BRP_x \cdot \left[\frac{PA_i - P0_i}{P0_i} \right]} ,$$

其中 $K_{x,i}$ 係就第 i 個參數對應該基板輪廓位置 x 的矩陣 [K] 值， $ARP_{x,i}$ 係就第 i 個調整參數移除徑向位置 x 的材料量， BRP_x 係依據先前計算之該基線移除輪廓移除徑向位置 x 的材料量， PA_i 係用以產生第 i 個調整移除輪廓的第 i 個參數值，且 $P0_i$ 係該基線移除輪廓的第 i 個參數值。

23. 一種用於選擇在一化學機械研磨系統中的一承載頭的複數個可個別控制的腔室壓力的數值的電腦程式產品，該承載頭包括複數個腔室以將該等可個別控制的腔室壓力施加至在一基板上的複數個相對應的區域，該電腦程式產品利用有形的方式被編碼在一非暫時性的儲存裝置上和進行操作以使得一處理器執行數個操作，該等操作包含：

針對於每一腔室，儲存涉及該基板之一正面的壓力分佈與該腔室的一腔室壓力的資料，該資料包括：在該基板的

該正面之複數個位置處的壓力，且該等位置數量比該等腔室多，該等複數個位置包括：在對應於該腔室的一區域內部的和在對應於該腔室的該區域外部的的位置；

針對於該等複數個可控制的腔室的每一腔室，決定一腔室壓力的一數值，以最小化一目標壓力輪廓與由該資料計算而得之一預期壓力輪廓間的一差異，該資料涉及該基板之該正面的壓力分佈與該腔室壓力，而使得針對於在該等複數個區域中的一個別的區域內的至少一些位置的一預期的壓力輪廓包括：對應於該分別的區域的該腔室的該腔室壓力的影響和並不對應於該分別的區域的該腔室的該腔室壓力的影響；及

儲存該等複數個可控制的腔室壓力中的每一腔室壓力值。

24. 如請求項 23 所述之電腦程式產品，其中用以儲存資料的指令包含：用以儲存複數個壓力分佈輪廓的指令，其中每一壓力分佈輪廓包括：被施加至該基板的該正面於該基板上的複數個位置的每一位置處的壓力。

25. 如請求項 24 所述之電腦程式產品，其中該等複數個壓力分佈輪廓包括：針對於每一腔室的一第一壓力分佈輪廓和一第二壓力分佈輪廓，其中當該腔室處於一第一腔室壓力時，該第一壓力分佈輪廓提供對於該等複數個位置的每一位置的施加壓力，及當該腔室處於一不同的第二腔室壓

力時，該第二壓力分佈輪廓提供對於該等複數個位置的每一位置的施加壓力。

26. 如請求項 23 所述之電腦程式產品，其中用以針對於每一腔室決定該腔室壓力的該數值的指令包含：用以迭代調整至少一個值、從該資料計算該預期壓力輪廓，該資料涉及在每一腔室中的腔室壓力的壓力分佈，及決定該預期壓力輪廓與該目標壓力輪廓間的一差異的指令。

27. 如請求項 23 所述之電腦程式產品，進一步包含：用以從研磨一第一基板期間原位收集的資料產生該目標壓力輪廓，及使得在研磨該第一基板期間施加的至少一個壓力被調整以匹配該腔室壓力值的指令。

28. 如請求項 23 所述之電腦程式產品，進一步包含：從在一第一平臺處研磨一第一基板期間原位收集的資料產生該目標壓力輪廓，及在一不同的第二平臺處並且使用該腔室壓力來研磨該第一基板的指令。

29. 如請求項 23 所述之電腦程式產品，進一步包含：從在一第一平臺處研磨一第一基板期間原位收集的資料產生該目標壓力輪廓，及在該第一平臺處並且使用該腔室壓力來研磨一不同的第二基板的指令。