



(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 I810227 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：107143382

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 12 月 04 日

(51)Int. Cl. : H01L21/67 (2006.01)

H01L21/687 (2006.01)

(30)優先權：2017/12/05 美國

62/594,861

(71)申請人：美商蘭姆研究公司(美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)
美國(72)發明人：坎伯 湯姆 A KAMP, TOM A. (US)；李爾韋爾杜戈 卡洛斯 LEAL-VERDUGO,
CARLOS (MX)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

TW 201237923A

US 2011/0235056A1

US 2015/0168130A1

US 2016/0216185A1

US 2017/0053819A1

US 2017/0213758A1

審查人員：何立瑋

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：5 共 38 頁

(54)名稱

用於邊緣環耗損補償的系統和方法

(57)摘要

一種用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之控制器包含一邊緣環耗損計算模組，其係配置以接收指示該邊緣環之一或更多侵蝕速率的至少一輸入、基於該至少一輸入而計算該邊緣環之至少一侵蝕速率、並且基於該至少一侵蝕速率而計算該邊緣環之侵蝕量。一致動器控制模組係配置以基於由該邊緣環耗損計算模組所計算之侵蝕量而調整該邊緣環的高度。

A controller for adjusting a height of an edge ring in a substrate processing system includes an edge ring wear calculation module configured to receive at least one input indicative of one or more erosion rates of the edge ring, calculate at least one erosion rate of the edge ring based on the at least one input, and calculate an amount of erosion of the edge ring based on the at least one erosion rate. An actuator control module is configured to adjust the height of the edge ring based on the amount of erosion as calculated by the edge ring wear calculation module.

指定代表圖：

符號簡單說明：

320 . . . 方法

324 . . . 操作

328 . . . 操作

332 . . . 操作

336 . . . 操作

340 . . . 操作

344 . . . 操作

348 . . . 操作

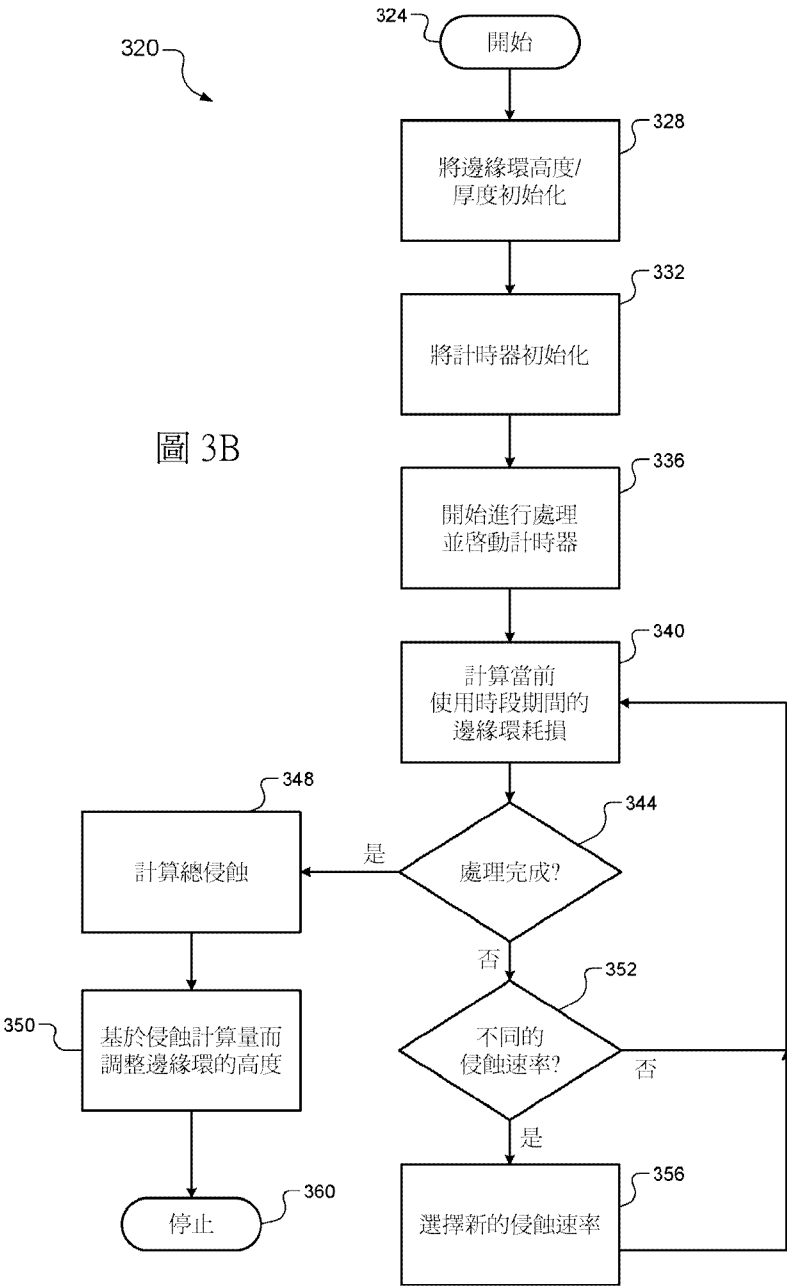
350 . . . 操作

352 . . . 操作

356 . . . 操作

360 . . . 操作

圖 3B





I810227

【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於邊緣環耗損補償的系統和方法

【英文發明名稱】 SYSTEM AND METHOD FOR EDGE RING WEAR

COMPENSATION

【中文】

一種用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之控制器包含一邊緣環耗損計算模組，其係配置以接收指示該邊緣環之一或更多侵蝕速率的至少一輸入、基於該至少一輸入而計算該邊緣環之至少一侵蝕速率、並且基於該至少一侵蝕速率而計算該邊緣環之侵蝕量。一致動器控制模組係配置以基於由該邊緣環耗損計算模組所計算之侵蝕量而調整該邊緣環的高度。

【英文】

A controller for adjusting a height of an edge ring in a substrate processing system includes an edge ring wear calculation module configured to receive at least one input indicative of one or more erosion rates of the edge ring, calculate at least one erosion rate of the edge ring based on the at least one input, and calculate an amount of erosion of the edge ring based on the at least one erosion rate. An actuator control module is configured to adjust the height of the edge ring based on the amount of erosion as calculated by the edge ring wear calculation module.

【指定代表圖】 圖3B

【代表圖之符號簡單說明】

第 1 頁，共 2 頁(發明摘要)

320	方法
324	操作
328	操作
332	操作
336	操作
340	操作
344	操作
348	操作
350	操作
352	操作
356	操作
360	操作

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於邊緣環耗損補償的系統和方法

【英文發明名稱】 SYSTEM AND METHOD FOR EDGE RING WEAR
COMPENSATION

【技術領域】

【0001】 [相關申請案的交互參照]本申請案主張2017年12月5日提交的美國臨時專利申請案第62/594,861號的權益。在此將上述申請案的全部揭示內容引入以供參照。

【0002】 本發明係關於基板處理，具體而言，係關於補償基板處理系統中之可調式邊緣環耗損的系統和方法。

【先前技術】

【0003】 此處所提供之先前技術描述係為了大體上介紹本發明之背景。在此先前技術章節中所敘述之範圍內之本案列名之發明人的成果、以及在申請時不適格作為先前技術之說明書的實施態樣，皆非有意地或暗示地被承認為對抗本發明之先前技術。

【0004】 基板處理系統可用以處理例如半導體晶圓的基板。可於基板上執行的範例處理包括(但不限於)化學氣相沉積(CVD)、原子層沉積(ALD)、導體蝕刻、及/或其他蝕刻、沉積、或清潔處理。可將基板設置於基板處理系統之處理腔室中的基板支座(如台座、靜電夾頭(ESC)等)上。在蝕刻期間，可將氣體混合物導入至處理腔室中，而電漿可用以引發化學反應。

【0005】 基板支座可包含設置以支撐基板的陶瓷層。例如，在處理期間，可將晶圓夾持於陶瓷層。基板支座可包含設置於基板支座之外部周圍(例如，周邊的外部及/或附近)的邊緣環。可設置邊緣環以將電漿限制於基板上方的容積、保護基板支座免於電漿所引起的侵蝕等等。

【發明內容】

【0006】 一種用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之控制器包含一邊緣環耗損計算模組，其係配置以接收指示該邊緣環之一或更多侵蝕速率的至少一輸入、基於該至少一輸入而計算該邊緣環之至少一侵蝕速率、並且基於該至少一侵蝕速率而計算該邊緣環之侵蝕量。一致動器控制模組係配置以基於由該邊緣環耗損計算模組所計算之侵蝕量而調整該邊緣環的高度。

【0007】 在其他特徵中，該至少一輸入包含由使用者所輸入的侵蝕速率。該至少一輸入包含該基板處理系統之各別使用時段的複數侵蝕速率。該至少一輸入包含指示在該基板處理系統中執行的處理之類型及歷時的資訊。該至少一輸入包含指示該邊緣環之高度、厚度、及位置之其中至少一者的校準資料。

【0008】 在其他特徵中，為了計算該至少一侵蝕速率，該邊緣環耗損計算模組係配置以計算該基板處理系統之各別使用時段中的複數侵蝕速率。為了計算該邊緣環之侵蝕量，該邊緣環耗損計算模組係配置以基於在該等各別使用時段中所計算的該複數侵蝕速率而計算侵蝕量。針對該等各別使用時段的該複數侵蝕速率之各者係不同的。該邊緣環耗損計算模組係配置以使用一查找表而計算該複數侵蝕速率，該查找表將侵蝕速率索引至使用時段。該邊緣環耗損計算模組係配置以使用一模型而計算該複數侵蝕速率。

【0009】 在其他特徵中，一種系統包含該控制器，且更包含一使用者介面，該使用者介面係配置以接收該至少一輸入。該使用者介面係配置以接收複數侵蝕速率作為該至少一輸入。該使用者介面包含一顯示器，該顯示器係配置以顯示由該邊緣環耗損計算模組所計算之侵蝕量。

【0010】 一種用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之方法包含：接收指示該邊緣環之一或更多侵蝕速率的至少一輸入；基於該至少一輸入而計算該邊緣環之至少一侵蝕速率；基於該至少一侵蝕速率而計算該邊緣環之侵蝕量；以及基於所計算之侵蝕量而調整該邊緣環的高度。

【0011】 在其他特徵中，該至少一輸入包含下列各者之其中至少一者：由使用者所輸入的侵蝕速率、該基板處理系統之各別使用時段的複數侵蝕速率、指示在該基板處理系統中執行的處理之類型及歷時的資訊、以及指示該邊緣環之高度、厚度、及位置之其中至少一者的校準資料。

【0012】 在其他特徵中，計算該至少一侵蝕速率之步驟包含計算該基板處理系統之各別使用時段中的複數侵蝕速率。計算該邊緣環之侵蝕量之步驟包含基於在該等各別使用時段中所計算的該複數侵蝕速率而計算侵蝕量。針對該等各別使用時段的該複數侵蝕速率之各者係不同的。該方法更包含使用下列各者之其中至少一者以計算該複數侵蝕速率：將侵蝕速率索引至使用時段的一查找表、及一模型。該方法更包含經由一使用者介面而接收該至少一輸入。

【0013】 本發明之進一步的可應用領域將從實施方式、發明申請專利範圍及圖式中變得明顯。詳細說明及具體範例係意圖為僅供說明的目的，而非意欲限制本揭示內容的範圍。

【圖式簡單說明】

【0014】 本揭示內容從實施方式及隨附圖式可更完全了解，其中：

【0015】 圖1為依據本揭示內容之範例處理腔室的功能方塊圖；

【0016】 依據本揭示內容，圖2A顯示處於一降低位置的範例可動邊緣環；

【0017】 依據本揭示內容，圖2B顯示處於一升高位置的範例可動邊緣環；

【0018】 圖3A顯示依據本揭示內容的範例控制器；

【0019】 依據本揭示內容，圖3B顯示判定邊緣環之耗損量的範例方法；

【0020】 圖4A、4B、及4C顯示依據本揭示內容的範例侵蝕速率及侵蝕計算；以及

【0021】 依據本揭示內容，圖5A、5B、5C、及5D顯示用以輸入侵蝕速率的範例使用者介面。

【0022】 在圖式中，元件符號可被再次使用以辨別相似及/或相同的元件。

【實施方式】

【0023】 基板處理系統中的基板支座可包含一邊緣環。邊緣環的上表面可延伸至基板支座之上表面上方，使得基板支座之上表面(在一些實施例中，以及設置於基板支座上的基板之上表面)相對於邊緣環而凹入。此凹部可稱為囊部。邊緣環之上表面與基板之上表面之間的距離可稱為「囊部深度」或「囊部高度」。一般而言，囊部深度係依據邊緣環相對於基板上表面的高度而為固定的。

【0024】 蝕刻處理的一些態樣可能因基板處理系統、基板、氣體混合物等之特性而改變。例如，流動型態、及因此蝕刻速率及蝕刻均勻性可能依據邊緣環的囊部深度、邊緣環幾何(亦即形狀)等而改變。在一些範例製程中，總蝕刻速

率隨著基板上表面與氣體分配裝置之下表面間的距離增加而變化。此外，蝕刻速率可由基板中心至基板外周而變化。例如，在基板外周處，鞘的彎曲及離子傾斜可能導致淺渠溝隔離(STI)傾斜，且與反應性物種(例如蝕刻劑及/或沉積前驅物)相關的化學品負載可能導致硬遮罩臨界尺寸偏離。改變邊緣環的配置(例如，包括邊緣環高度及/或幾何)可修正整個基板表面的氣體速度輪廓。

【0025】由於在基板處理期間暴露於電漿及其他製程材料，因此邊緣環之部分可能隨時間而耗損(亦即，侵蝕)。因此，可將邊緣環升高以補償邊緣環所經歷之耗損的估計量。例如，可將邊緣環耦接至一致動器，該致動器係配置以響應於控制器、使用者介面等而升高及降低邊緣環。在不包含用以直接量測邊緣環侵蝕之機構(例如感測器、攝像機等)的系統中，可對邊緣環之侵蝕進行估計。

【0026】依據本揭示內容之原理的邊緣環耗損補償系統及方法估計邊緣環之侵蝕，並據此而調整邊緣環高度以補償該侵蝕。例如，邊緣環可具有一或更多關聯侵蝕速率。在一些範例中，侵蝕速率可隨時間(例如，以射頻(RF)小時為單位)而變化、可基於所執行之製程而變化等。換言之，侵蝕速率可能因對於侵蝕的可變敏感度而並非線性的。因此，本文所述之系統及方法基於各種操作參數而對侵蝕進行估計，並基於所估計之侵蝕而調整邊緣環的高度。在一範例中，可透過以下方式而對侵蝕進行估計：針對各別的時段(RF小時、或RFh)而判定不同的侵蝕速率(例如，以mm/hr、 $\mu\text{m/hr}$ 等為單位)，以計算各時段的侵蝕量。可接著透過結合該等時段之各者的侵蝕計算量而計算總侵蝕。

【0027】現參照圖1，顯示範例基板處理系統100。僅舉例而言，基板處理系統100可用於利用RF電漿及/或其他適當的基板處理以執行蝕刻。基板處理系統100包含一處理腔室102，該處理腔室102包圍基板處理系統100之其他元件且

容納RF電漿。該處理腔室102包含上電極104及基板支座106(如靜電夾頭(ESC))。在操作期間，配置基板108於基板支座106上。雖然顯示基板處理系統100及腔室102作為範例，但本發明之原理可被應用於其他型式的基板處理系統及腔室，例如在原位(in-situ)產生電漿、執行遠程電漿之產生及傳送(例如，利用電漿管、微波管)等之基板處理系統。

【0028】 僅舉例而言，上電極104可包含氣體分佈裝置(如噴淋頭109)，其將處理氣體導入並散佈。噴淋頭109可包含一桿部，該桿部包含連接於處理腔室之頂部表面之一端。基底部一般為圓柱形，且由桿部之另一端(位在與處理腔室之頂部表面相隔開之位置)放射狀往外延伸。噴淋頭之基底部的面對基板之表面或面板包含複數孔洞，處理氣體或排淨氣體經由該等孔洞流過。或者，上電極104可包含傳導板，且處理氣體可經由另一種方法被導入。

【0029】 基板支座106包含用作下電極的導電性底板110。該底板110支撐陶瓷層112。在一些範例中，陶瓷層112可包含加熱層，例如陶瓷多區加熱板。可配置熱阻層114(例如，黏合層)於陶瓷層112及底板110之間。底板110可包含用以使冷卻劑流過底板110的一或更多冷卻劑通道116。

【0030】 RF產生系統120產生並輸出RF電壓至上電極104及下電極(例如，基板支座106之底板110)之其中一者。上電極104及底板110之另一者可為DC接地、AC接地或為浮動的。僅舉例而言，RF產生系統120可包含產生RF電壓的RF電壓產生器122，該RF電壓係藉由匹配及配送網路124饋送至上電極104或底板110。在其他範例中，可以電感方式或遠程地產生電漿。雖然，為舉例之目的而顯示，RF產生系統120對應至電容耦合式電漿(CCP)系統，但本發明之原理亦可

被實施於其他適當之系統中，僅舉例而言，如變壓器耦合式電漿(TCP)系統、CCP陰極系統、遠程微波電漿產生及傳送系統等。

【0031】氣體傳送系統130包含一或更多氣體源132-1、132-2、…、以及132-N(統稱氣體源132)，其中N為大於零之整數。氣體源供應一或更多蝕刻氣體、載氣、惰性氣體等、以及其混合物。氣體源亦可供應排淨氣體。藉由閥134-1、134-2、…、以及134-N(統稱閥134)及質量流量控制器136-1、136-2、…、以及136-N(統稱質量流量控制器136)將氣體源132連接至歧管(manifold)140。將歧管140之輸出饋送至處理腔室102。僅舉例而言，將歧管140之輸出饋送至噴淋頭109。

【0032】可將溫度控制器142連接至複數加熱元件，如配置於陶瓷層112中的熱控制元件(TCEs)144。例如，加熱元件144可包含(但不限於)大型加熱元件及/或微加熱元件之陣列，該等大型加熱元件係對應至多區加熱板中的各別區域，該等微加熱元件之陣列係配置於整個多區加熱板的多個區域。溫度控制器142可用於控制複數加熱元件144，以控制基板支座106及基板108之溫度。

【0033】溫度控制器142可與冷卻劑組件146通訊以控制通過通道116之冷卻劑流動。例如，冷卻劑組件146可包含冷卻劑泵浦及儲槽。溫度控制器142操作冷卻劑組件146以選擇性地使冷卻劑流過通道116，俾冷卻基板支座106。

【0034】閥150及泵浦152可用於由處理腔室102排空反應物。系統控制器160可用以控制基板處理系統100之元件。機械臂170可用以遞送基板至基板支座106上、以及從基板支座106移除基板。例如，機械臂170可於基板支座106與負載閘172之間轉移基板。雖然顯示為分離的控制器，但溫度控制器142可於控制

器160內實施。在一些範例中，可在黏合層114的周邊附近、於陶瓷層112與底板110之間提供保護性密封部176。

【0035】 基板支座106包含邊緣環180。依據本揭示內容之原理的邊緣環180為可相對於基板108而移動的(例如可在垂直方向上往上及往下移動)。例如，可經由響應於控制器160的致動器而控制邊緣環180。在一些範例中，使用者可經由使用者介面184而將控制參數(例如侵蝕速率)輸入至控制器160，該使用者介面184可包含一或更多輸入機構、顯示器等。

【0036】 現參照圖2A及2B，顯示依據本揭示內容之原理、具有基板204設置於其上的基板支座200。基板支座200可包含具有內側部(例如，對應於ESC)208及外側部212的基底或底座。在範例中，外側部212可與內側部208相獨立、並可相對於內側部208而移動。基板204係設置於內側部208上以進行處理。控制器216(例如，對應於系統控制器160)與一或更多致動器220通信，以選擇性地將邊緣環224升高及降低，俾調整支座200的囊部深度。僅舉例而言，邊緣環224在圖2A中係圖示於一完全降低位置，而在圖2B中係圖示於一範例完全升高位置。如圖所示，致動器220對應於銷件致動器，其係配置以選擇性地在垂直方向上延伸及收起銷件228。在其他範例中可使用其他合適類型的致動器。僅舉例而言，邊緣環224對應於陶瓷或石英邊緣環。在圖2A中，控制器216與致動器220通信，以經由銷件228而直接將邊緣環224升高及降低。在一些範例中，內側部208係可相對於邊緣環224而移動的。邊緣環224可具有一或更多關聯侵蝕速率，如以下更加詳細敘述。

【0037】 現參照圖3A，範例控制器300包含邊緣環耗損計算模組304，其係配置以計算邊緣環的耗損量(例如，以mm或 μm 為單位)。例如，邊緣環耗損計算

模組304接收一或更多輸入308，其包括(但不限於)：指示邊緣環之初始邊緣環厚度、高度、位置等的校準資料、製程參數(例如，所用之材料、製程類型、指示製程歷時的資訊(例如開始及結束時間)、處理腔室內之溫度等)、腔室特性、使用者所界定之變數、使用者輸入、感測器量測等。使用者輸入可包含一或更多侵蝕速率。邊緣環耗損計算模組304基於所接收之輸入308而計算邊緣環耗損。例如，邊緣環耗損計算模組304可依據在各別處理時段中的侵蝕速率(例如，由使用者經由使用者介面310而輸入、儲存於記憶體312中、基於各種製程參數而計算、及/或其組合)及各別處理時段的歷時(例如以RF小時為單位)，而計算邊緣環耗損。資料可包含(但不限於)將侵蝕速率索引至使用時段的一或更多查找表、欲由邊緣環耗損計算模組304執行的模型等。

【0038】邊緣環耗損計算模組304係進一步配置以基於所計算之耗損而計算調整邊緣環高度的量(亦即，邊緣環調整資料)，並將邊緣環調整資料提供至致動器控制模組316。致動器控制模組316基於邊緣環調整資料而輸出一或更多控制信號，俾控制各別的致動器。例如，可將控制信號提供至諸如圖2A及2B中所描述致動器220之致動器。

【0039】現參照圖3B，用於計算邊緣環耗損量的範例方法320開始於324。在328，方法320(例如邊緣環耗損計算模組304)將處理腔室中之邊緣環的高度及/或厚度初始化。例如，邊緣環耗損計算模組304可基於在安裝、維護等期間之邊緣環厚度的實體量測、或感測器量測而判定邊緣環的初始高度。在332，方法320將計時器或計數器初始化以監視在腔室中所執行之處理的歷時(以RF小時為單位)。在336，腔室內的基板處理開始並啟動計時器。

【0040】 在340，方法320(例如邊緣環耗損計算模組304)依據關聯侵蝕速率而計算當前的使用時段期間的邊緣環耗損。在344，方法320判定處理是否完成。若為是，則方法320繼續進行至348。若為否，則方法320繼續進行至352。在352，方法320(例如邊緣環耗損計算模組304)判定是否選擇不同的侵蝕速率。例如，在過渡至不同的使用時段時(例如響應於計時器超過一或更多的RF小時閾值，例如50 RF小時、200 RF小時等)，邊緣環耗損計算模組304可選擇不同的侵蝕速率。若為是，則方法320繼續進行至356。若為否，則方法320繼續進行至340。在356，方法320(例如邊緣環耗損計算模組304)選擇新的侵蝕速率並繼續進行至340。

【0041】 在348，方法320(例如邊緣環耗損計算模組304)依據在340之各使用時段中所計算的邊緣環耗損而計算邊緣環的侵蝕總(例如累計)量。在一些範例中，在350基於侵蝕計算量而調整邊緣環的高度。例如，可將邊緣環升高相等於侵蝕量的量、相等於自上次升高邊緣環以來所發生之侵蝕量的量等。方法320結束於360。

【0042】 現參照圖4A、4B、及4C，顯示範例侵蝕速率及耗損補償。在圖4A中，顯示1000 RF小時期間的範例侵蝕速率400(以 $\mu\text{m}/\text{RFh}$ 為單位)。例如，可透過量測隨時間在一或更多邊緣環上的相應侵蝕量(例如利用試驗腔室中的感測器、實體量測等)而計算侵蝕速率400。如圖所示，侵蝕速率400係實質上非線性的。例如，侵蝕速率400可在第一使用時段中(例如由0至250 RF使用時數)從0.7 $\mu\text{m}/\text{RFh}$ 急遽地增加，並在第二使用時段中(例如由250至800 RF使用時數)於1.1至1.3 $\mu\text{m}/\text{RFh}$ 之間變化。

【0043】 在圖4B中，顯示在6 RF小時期間的範例侵蝕速率404(以 $\mu\text{m}/\text{RFh}$ 為單位)。如圖所示，侵蝕速率404可在甚至相對小的使用時段期間變化。例如，

雖然侵蝕速率404在由0至3或3.5 RF小時之使用時段中可為實質上線性的，但侵蝕速率404可在該相同使用時段期間於每半小時時段中變化(例如由0.05 mm/RFh至0.08/RFh)。

【0044】 因此，邊緣環耗損計算模組304基於各別使用時段的不同侵蝕速率而判定邊緣環的耗損量。例如，可將邊緣環耗損計算模組304配置以使用一模型而週期性地(例如，每半小時使用時段、百小時使用時段、非一致的預定使用時段等)判定(及調整(用於耗損計算))侵蝕速率，該模型依據製程參數(其響應於使用者輸入等)而調整一或更多基準侵蝕速率。各別的侵蝕速率可係由邊緣環耗損計算模組304所計算、儲存於待由邊緣環耗損計算模組304提取的記憶體312中、在處理開始時或處理期間由使用者所輸入等。

【0045】 在針對一致及/或非一致之預定使用時段而判定侵蝕速率的範例中，可基於如圖4A及4B所示之先前所觀測/量測的侵蝕速率而判定使用時段。例如，具有關聯侵蝕速率之使用時段可對應於具有不變化超過預定變異量(例如超過0.1、0.2 $\mu\text{m}/\text{RFh}$ 等)之侵蝕速率的時段。在另一範例中，可基於相鄰使用時段內的平均侵蝕速率而界定使用時段。例如，若在時間滑窗(例如50 RFh)內的平均侵蝕速率與滑窗之先前位置(例如偏移5 RFh、10 RFh等)內的平均侵蝕速率相差超過預定量(例如0.1 $\mu\text{m}/\text{RFh}$ 、0.2 $\mu\text{m}/\text{RFh}$ 等)，則可據此而界定具有關聯侵蝕速率的使用時段。

【0046】 例如，如圖4C所示，第一使用時段408可與0.8 $\mu\text{m}/\text{RFh}$ 之第一侵蝕速率相關聯(在第一使用時段408期間總計0.8 * 300，或240微米)。相對地，第二使用時段412可與1.0 $\mu\text{m}/\text{RFh}$ 之第二侵蝕速率相關聯(第一使用時段中之侵蝕量(240微米)與第二使用時段412之侵蝕量(1.0 * 200，或200微米)的和總計為440

微米的累計侵蝕)，第三使用時段416可與 $1.1\text{ }\mu\text{m}/\text{RFh}$ 之第三侵蝕速率相關聯(針對第一使用時段408、第二使用時段412、及第三使用時段416，總計為770微米的累計侵蝕)，以及第四使用時段420可與 $0.9\text{ }\mu\text{m}/\text{RFh}$ 之第四侵蝕速率相關聯(針對1000 RFh，總計為950微米的累計侵蝕)。關聯侵蝕速率可對應於各別使用時段期間的平均侵蝕速率。

【0047】 在一範例中，可依據50 RF小時之滑窗期間的平均侵蝕速率之變化而界定相鄰使用時段之間、及其相應的侵蝕速率之間的過渡。例如，具有如在424所示之50 RF小時歷時之滑窗中的平均侵蝕速率可在第一使用時段408之平均侵蝕速率 $0.8\text{ }\mu\text{m}/\text{RFh}$ 的 $0.1\text{ }\mu\text{m}/\text{RFh}$ 範圍內。相對地，如在428所示之滑窗中的平均侵蝕速率可具有 $1.0\text{ }\mu\text{m}/\text{RFh}$ 之平均侵蝕速率。因此，由具有第一侵蝕速率的第一使用時段408至具有第二侵蝕速率的第二使用時段412之過渡可被界定於300 RF小時處。

【0048】 藉此方法，在各別使用時段中的不同侵蝕速率對應於一補償序列，該補償序列被應用於在邊緣環壽命期間控制邊緣環位置。例如，將侵蝕速率及關聯使用時段儲存於記憶體312。在一範例中，侵蝕速率被儲存為將侵蝕速率索引至相應使用時段的列表。侵蝕速率及使用時段之其中一或兩者可由使用者輸入。

【0049】 邊緣環耗損計算模組304係進一步配置以監視邊緣環的總使用量(亦即，累計使用量，以RF小時為單位)。例如，邊緣環耗損計算模組304可包含計時器或計數器，其監視使用量並據此而儲存邊緣環的總使用量。當對侵蝕進行計算時，邊緣環耗損計算模組304依據總使用量及各別使用時段中的不同侵蝕速率而計算總(亦即，累計)侵蝕。例如，若總使用量為150 RF小時，則侵蝕量可

對應於 $0.8\ \mu\text{m}/\text{RFh} \times 150\ \text{RF}$ 小時。相對地，若總使用量為 $400\ \text{RF}$ 小時，則侵蝕量可對應於 $0.8\ \mu\text{m}/\text{RFh} \times 300\ \text{RF}$ 小時 + $1.0\ \mu\text{m}/\text{RFh} \times 100\ \text{RF}$ 小時。

【0050】 現參照圖5A、5B、5C、及5D，顯示用於輸入侵蝕速率的範例使用者介面500(例如，對應於圖1的使用者介面184、圖3A的使用者介面310等)。例如，使用者可在504處停用侵蝕速率計算，在508處選擇單一(例如，線性)侵蝕速率並在512處輸入所選擇的侵蝕速率，或在516處選擇多重侵蝕速率(例如，非線性多重速率)。若選擇多重侵蝕速率，則使用者可在520處輸入關聯使用時段的每一侵蝕速率及開始時間(以 RF 小時為單位)。各使用時段的計算侵蝕量可被顯示於524處(例如，即時地)。使用者可加入額外的列(亦即，使用時段(經由加入開始時間、及關聯侵蝕速率))及/或將列移除。邊緣環耗損計算模組304基於各時段的輸入侵蝕速率而計算侵蝕量。例如，如圖所示，邊緣環耗損計算模組304依據在520處所輸入的侵蝕速率而針對開始於 $0\ \text{RF}$ 小時的使用時段計算侵蝕量。總使用量可被顯示於528處。計算侵蝕量可被顯示於532處。在一些範例中，可在536處將總使用量及侵蝕量復歸(亦即，復歸至零)。

【0051】 介面500可在540處顯示基準囊部高度。例如，基準囊部高度可對應於在因侵蝕而進行任何調整之前的邊緣環之囊部高度。相對地，可在544處顯示當前高度。當前高度對應於減低計算侵蝕量的基準囊部高度。如圖5B所示，當前高度為 $2.560\ \text{mm}$ 之基準囊部高度減去 $0.290\ \text{mm}$ 的計算侵蝕量。換言之，在下次調整時(例如在當前的處理步驟或配方之後)，邊緣環耗損計算模組304可將邊緣環往上調整 $0.290\ \text{mm}$ 以補償計算侵蝕量。

【0052】 介面500亦可在548處顯示校準耗損(侵蝕)量。例如，校準耗損量可對應於邊緣環的實體量測侵蝕量(例如，在安裝、維護/清潔、週期性校準等期

間所量測)，且可解決因製造公差、先前使用等而造成的邊緣環厚度差異。換言之，在0 RF使用時數時，邊緣環的厚度可能已經小於一些預定值或期望值。因此，總侵蝕量552可對應於校準耗損量與計算侵蝕量的總和。

【0053】 介面500可包含如556處所示之邊緣環壽命警報，其可被選擇性地啟用或停用。例如，若總侵蝕量552超過預定侵蝕閾值，則介面500可警告使用者(例如，如圖5C所示，以mm為單位的侵蝕量560、經侵蝕或剩餘之邊緣環的百分比564、總RF小時568等)。在一些範例中，侵蝕閾值可係至少部分基於邊緣環之外直徑的厚度。例如，邊緣環之內直徑可能以比邊緣環之外直徑更大的速率耗損。因此，若將邊緣環往上調整以補償對邊緣環內直徑的侵蝕，則邊緣環外直徑可能被漸增地升高至大於邊緣環之原始(亦即，所安裝或校準的)高度的高度。在一些範例中，升高的邊緣環外直徑可能干擾基板處理系統的操作。例如，邊緣環外直徑可能干擾在邊緣環上方的其他結構、機器人等。以此方式，可將邊緣環耗損計算模組304進一步配置，以基於邊緣環已升高的量，而計算邊緣環外直徑的侵蝕量及邊緣環外直徑的高度，俾補償侵蝕並據此而起動環壽命警報。

【0054】 在如圖5D所示之另一範例中，介面500可允許使用者選擇複數的多重速率572之其中一者。例如，多重速率572可對應於不同的預定多重速率及/或自訂(亦即，使用者所輸入或調整的)多重速率。多重速率572之各者可對應於不同的非線性侵蝕速率、不同的侵蝕速率模型等。例如，使用者可基於當前配方、基板類型、及/或其他製程或系統參數，而選擇多重速率572之其中不同者。藉此方式，可依據在邊緣環之總使用時段期間複數的不同所選線性侵蝕速率及/或非線性侵蝕多重速率而計算侵蝕量。

【0055】 因此，可依據各別的配方而控制侵蝕補償(例如，為補償計算侵蝕量而調整邊緣環的量)。換言之，可依據針對第一配方而選擇的第一侵蝕多重速率而計算第一侵蝕補償量，並可據此而調整邊緣環。相對地，可依據針對第二配方而選擇的第二侵蝕多重速率而計算第二侵蝕計算量。因此，邊緣環被調整的量可基於所選配方及/或針對配方而選擇的多重速率之特定者而變化。在所執行之配方及/或邊緣環之調整之後，侵蝕速率可返回到系統或處理工具的預設侵蝕速率，提醒使用者輸入新的侵蝕速率等。

【0056】 以上敘述在本質上僅為說明性的，而非意圖限制本揭露內容、其應用、或用途。本揭露內容之廣泛指示可以各種形式實行。因此，雖本揭露內容包含特定例子，但由於當研究圖式、說明書、及以下申請專利範圍時，其他變化將更顯清楚，故本揭露內容之真實範疇不應如此受限。吾人應理解，在不改變本揭露內容之原理的情況下，可以不同次序(或同時)執行方法中之一或更多步驟。再者，雖實施例之各者係於以上描述為具有某些特徵，但關於本揭露內容之任何實施例所述之任一或更多該等特徵可在任何其他實施例中實行，及/或與任何其他實施例之特徵組合(即使並未詳細敘述該組合)。換句話說，所述之實施例並非互相排斥，且一或更多實施例彼此之間的置換維持於本揭露內容之範疇內。

【0057】 元件(例如，在模組、電路元件、半導體層等)之間的空間及功能上之關係係使用各種用語所敘述，該等用語包含「連接」、「接合」、「耦合」、「鄰近」、「在…旁邊」、「在…之上」、「上面」、「下面」、以及「設置」。除非明確敘述為「直接」之情形下，否則當於上述揭露內容中描述第一與第二元件之間的關係時，該關係可係在第一與第二元件之間不存在其它中介元件之

直接關係，但亦可係在第一與第二元件之間存在一或更多中介元件(空間上或功能上)的間接關係。如本文所使用的，詞組「A、B、及C其中至少一者」應解釋為意指使用非排除性邏輯OR之邏輯(A OR B OR C)，且不應解釋為意指「A之至少一者、B之至少一者、及C之至少一者」。

【0058】 在一些實施例中，控制器為系統的一部分，該系統可為上述例子的一部分。此系統可包含半導體處理設備，該半導體處理設備包含(複數)處理工具、(複數)腔室、(複數)處理平台、及/或特定的處理元件(晶圓基座、氣體流動系統等)。該等系統可與電子設備整合，以在半導體晶圓或基板之處理之前、期間、以及之後，控制其運作。電子設備可被稱為「控制器」，其可控制(複數)系統的各種元件或子部件。取決於處理需求及/或系統類型，可將控制器程式設計成控制本文所揭露之任何處理，包含處理氣體的傳送、溫度設定(例如，加熱及/或冷卻)、壓力設定、真空設定、功率設定、射頻(RF)產生器設定、RF匹配電路設定、頻率設定、流速設定、流體傳送設定、位置和操作設定、晶圓轉移(進出與特定系統連接或接合之工具及其他轉移工具、及/或負載鎖)。

【0059】 廣泛來說，可將控制器定義為具有接收指令、發佈指令、控制運作、啟動清洗操作、啟動終點量測等之許多積體電路、邏輯、記憶體、及/或軟體的電子設備。積體電路可包含：儲存程式指令之韌體形式的晶片、數位訊號處理器(DSPs)、定義為特殊應用積體電路(ASICs)的晶片、及/或一或更多微處理器、或執行程式指令(例如，軟體)的微控制器。程式指令可為以不同的單獨設定(或程式檔案)之形式而傳達至控制器或系統的指令，該單獨設定(或程式檔案)為實行特定處理(在半導體晶圓上，或是對半導體晶圓)定義操作參數。在一些實施例中，操作參數可係由製程工程師所定義之配方的一部分，俾在一或更多以下

者(包含：覆層、材料、金屬、氧化物、矽、二氧化矽、表面、電路、及/或基板的晶粒)的製造期間實現一或更多處理步驟。

【0060】 在一些實施例中，控制器可為電腦的一部分，或耦接至電腦，該電腦係與系統整合、耦接至系統、或以網路連接至系統、或以其組合之方式連接至系統。例如，控制器可在能容許遠端存取晶圓處理之「雲端」或廠房主機電腦系統的全部或部分中。電腦可使系統能夠遠端存取，以監控製造運作的當前進度、檢查過去製造運作的歷史、由複數之製造運作而檢查趨勢或效能指標，以改變當前處理的參數、設定當前處理之後的處理步驟、或開始新的製程。在一些例子中，遠端電腦(例如，伺服器)可通過網路提供製程配方至系統，該網路可包含局域網路或網際網路。遠端電腦可包含使用者介面，其可達成參數及/或設定的接取、或對參數及/或設定進行程式化，接著將該參數及/或該設定由遠端電腦傳達至系統。在一些例子中，控制器以資料的形式接收指令，該指令為將於一或更多操作期間執行之每個處理步驟指定參數。吾人應理解，參數可特定地針對將執行之製程的類型及將控制器設定以接合或控制之工具的類型。因此，如上所述，控制器可為分散式，例如藉由包含以網路的方式連接彼此且朝向共同目的(例如，本文所敘述的製程及控制)而運作的一或更多分離的控制器。用於此目的之分散式控制器的範例將係在腔室上、與位於遠端的一或更多積體電路(例如，在作業平臺位準處、或作為遠端電腦的一部分)進行通訊的一或更多積體電路，兩者結合以控制腔室上的製程。

【0061】 範例系統可包含但不限於以下各者：電漿蝕刻腔室或模組、沉積腔室或模組、旋轉淋洗腔室或模組、金屬電鍍腔室或模組、清洗腔室或模組、斜角緣部蝕刻腔室或模組、物理氣相沉積(PVD)腔室或模組、化學氣相沉積

(CVD)腔室或模組、原子層沉積(ALD)腔室或模組、原子層蝕刻(ALE)腔室或模組、離子植入腔室或模組、軌道腔室或模組、以及可在半導體晶圓的製造及/或加工中相關聯、或使用的任何其他半導體處理系統。

【0062】 如以上所提及，取決於將藉由工具執行之(複數)處理步驟，控制器可與半導體製造工廠中之一或更多的以下各者進行通訊：其他工具電路或模組、其他工具元件、群集工具、其他工具介面、鄰近之工具、相鄰之工具、遍布工廠的工具、主電腦、另一控制器、或材料運輸中所使用之工具，該材料運輸中所使用之工具將晶圓容器輸送往返於工具位置及/或裝載埠。

【符號說明】

【0063】

- 102 處理腔室
- 104 上電極
- 106 基板支座
- 108 基板
- 109 噴淋頭
- 110 底板
- 112 陶瓷層
- 114 熱阻層
- 116 冷卻劑通道
- 120 RF 產生系統
- 122 RF 電壓產生器

124	匹配及配送網路
130	氣體傳送系統
132	氣體源
132-1	氣體源
132-2	氣體源
132-N	氣體源
134	閥
134-1	閥
134-2	閥
134-N	閥
136	質量流量控制器
136-1	質量流量控制器
136-2	質量流量控制器
136-N	質量流量控制器
140	歧管
142	溫度控制器
144	熱控制元件(TCEs)
144	加熱元件
146	冷卻劑組件
150	閥
152	泵浦
160	控制器

- 170 機械臂
- 172 負載閘
- 176 保護性密封部
- 180 邊緣環
- 184 使用者介面
- 200 基板支座
- 204 基板
- 208 內側部
- 212 外側部
- 216 控制器
- 220 致動器
- 224 邊緣環
- 228 銷件
- 300 控制器
- 304 邊緣環耗損計算模組
- 308 輸入
- 310 使用者介面
- 312 記憶體
- 316 致動器控制模組
- 320 方法
- 324 操作
- 328 操作

332	操作
336	操作
340	操作
344	操作
348	操作
350	操作
352	操作
356	操作
360	操作
400	侵蝕速率
404	侵蝕速率
408	第一使用時段
412	第二使用時段
416	第三使用時段
420	第四使用時段
424	時段
428	時段
500	使用者介面
504	位置
508	位置
512	位置
516	位置

520	位置
524	位置
528	位置
532	位置
536	位置
540	位置
544	位置
548	位置
552	總侵蝕量
556	位置
560	侵蝕量
564	經侵蝕或剩餘之邊緣環的百分比
568	總 RF 小時
572	多重速率

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之控制器，該控制器包含：

一邊緣環耗損計算模組，其係配置以

接收至少一輸入，其指示該基板處理系統之各別預定使用時段的複數侵蝕速率，

使用該等各別預定使用時段的該複數侵蝕速率，而判定該邊緣環之一總侵蝕速率，並且

基於所判定的該總侵蝕速率，而計算該邊緣環之侵蝕量；以及

一致動器控制模組，其係配置以基於由該邊緣環耗損計算模組所計算之侵蝕量，而調整該邊緣環的高度，

其中，為了判定該總侵蝕速率，該邊緣環耗損計算模組係配置成計算該基板處理系統之該等各別預定使用時段中的該複數侵蝕速率，並基於在該等各別預定使用時段中計算的該複數侵蝕速率計算該侵蝕量，且

其中由於侵蝕速率隨著時間的非線性變異，針對該等各別預定使用時段的該複數侵蝕速率之各者係不同的。

【第2項】如申請專利範圍第1項之用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之控制器，其中該至少一輸入包含由使用者所輸入的侵蝕速率。

【第3項】如申請專利範圍第1項之用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之控制器，其中該至少一輸入包含指示在該基板處理系統中執行的處理之類型及歷時的資訊。

【第4項】如申請專利範圍第1項之用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之控制器，其中該至少一輸入包含指示該邊緣環之高度、厚度、及位置之其中至少一者的校準資料。

【第5項】如申請專利範圍第1項之用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之控制器，其中該邊緣環耗損計算模組係配置以使用一查找表而計算該複數侵蝕速率，該查找表將侵蝕速率索引至預定使用時段。

【第6項】如申請專利範圍第1項之用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之控制器，其中該邊緣環耗損計算模組係配置以使用一模型而計算該複數侵蝕速率。

【第7項】一種基板處理系統，其包含如申請專利範圍第1項之用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之控制器，且更包含一使用者介面，該使用者介面係配置以接收該至少一輸入。

【第8項】如申請專利範圍第7項之基板處理系統，其中該使用者介面係配置以接收該複數侵蝕速率作為該至少一輸入。

【第9項】如申請專利範圍第7項之基板處理系統，其中該使用者介面包含一顯示器，該顯示器係配置以顯示由該邊緣環耗損計算模組所計算之侵蝕量。

【第10項】一種用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之方法，該方法包含：

接收至少一輸入，其指示該基板處理系統之各別預定使用時段的複數侵蝕速率；

使用該等各別預定使用時段的該複數侵蝕速率，而判定該邊緣環之一總侵蝕速率；

基於所判定的該總侵蝕速率，而計算該邊緣環之侵蝕量；以及
基於所計算之侵蝕量，而調整該邊緣環的高度，
其中判定該總侵蝕速率之步驟包含計算該基板處理系統之該等各別預定使用時段中的該複數侵蝕速率，

其中計算該邊緣環之侵蝕量之步驟包含基於在該等各別預定使用時段中所計算的該複數侵蝕速率而計算該侵蝕量，且

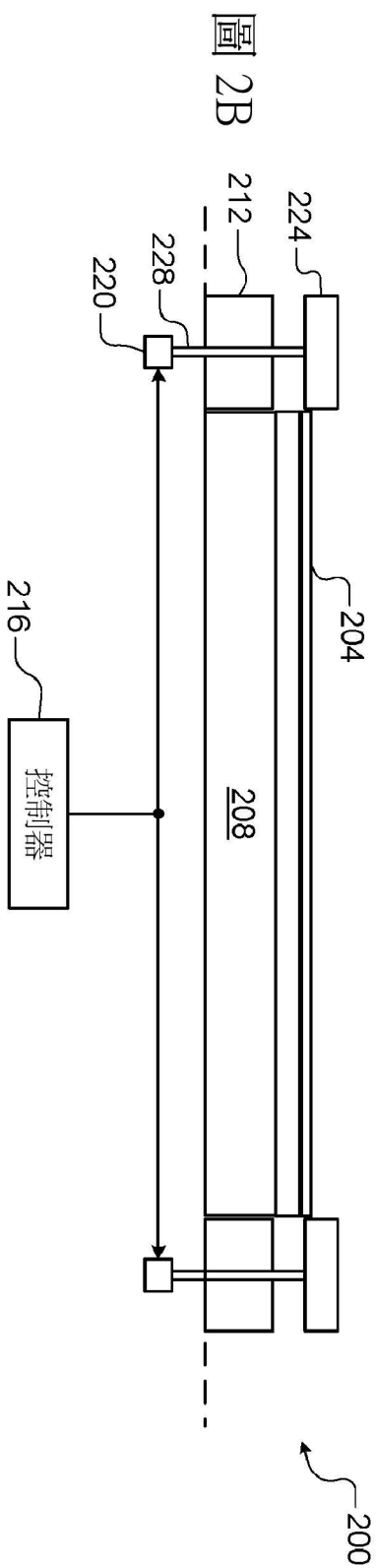
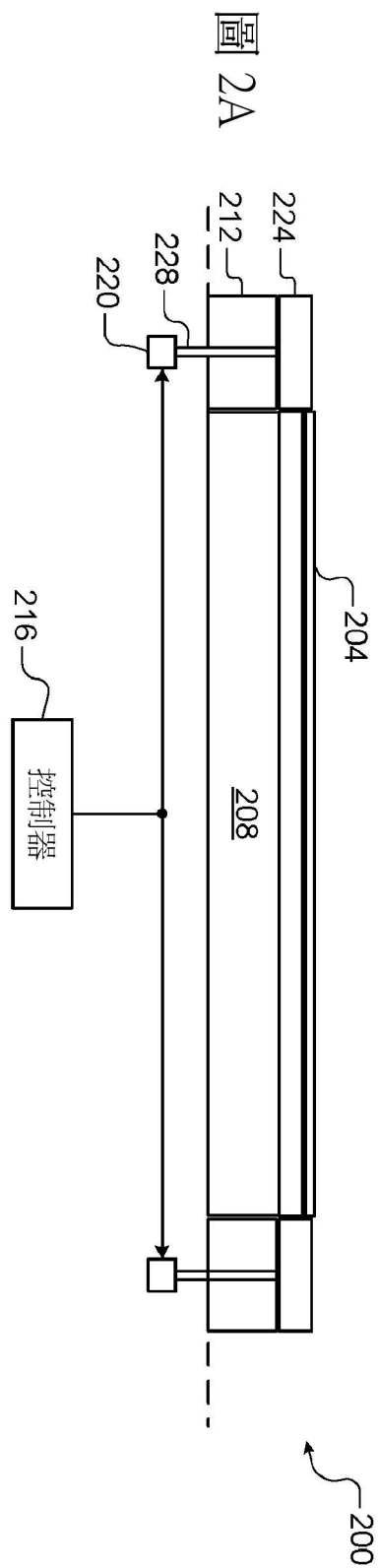
其中由於侵蝕速率隨著時間的非線性變異，針對該等各別預定使用時段的該複數侵蝕速率之各者係不同的。

【第11項】如申請專利範圍第10項之用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之方法，其中該至少一輸入包含下列各者之其中至少一者：由使用者所輸入的侵蝕速率、指示在該基板處理系統中執行的處理之類型及歷時的資訊、以及指示該邊緣環之高度、厚度、及位置之其中至少一者的校準資料。

【第12項】如申請專利範圍第10項之用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之方法，更包含使用下列各者之其中至少一者以計算該複數侵蝕速率：將侵蝕速率索引至使用時段的一查找表、及一模型。

【第13項】如申請專利範圍第10項之用以調整基板處理系統中之邊緣環的高度之方法，更包含經由一使用者介面而接收該至少一輸入。





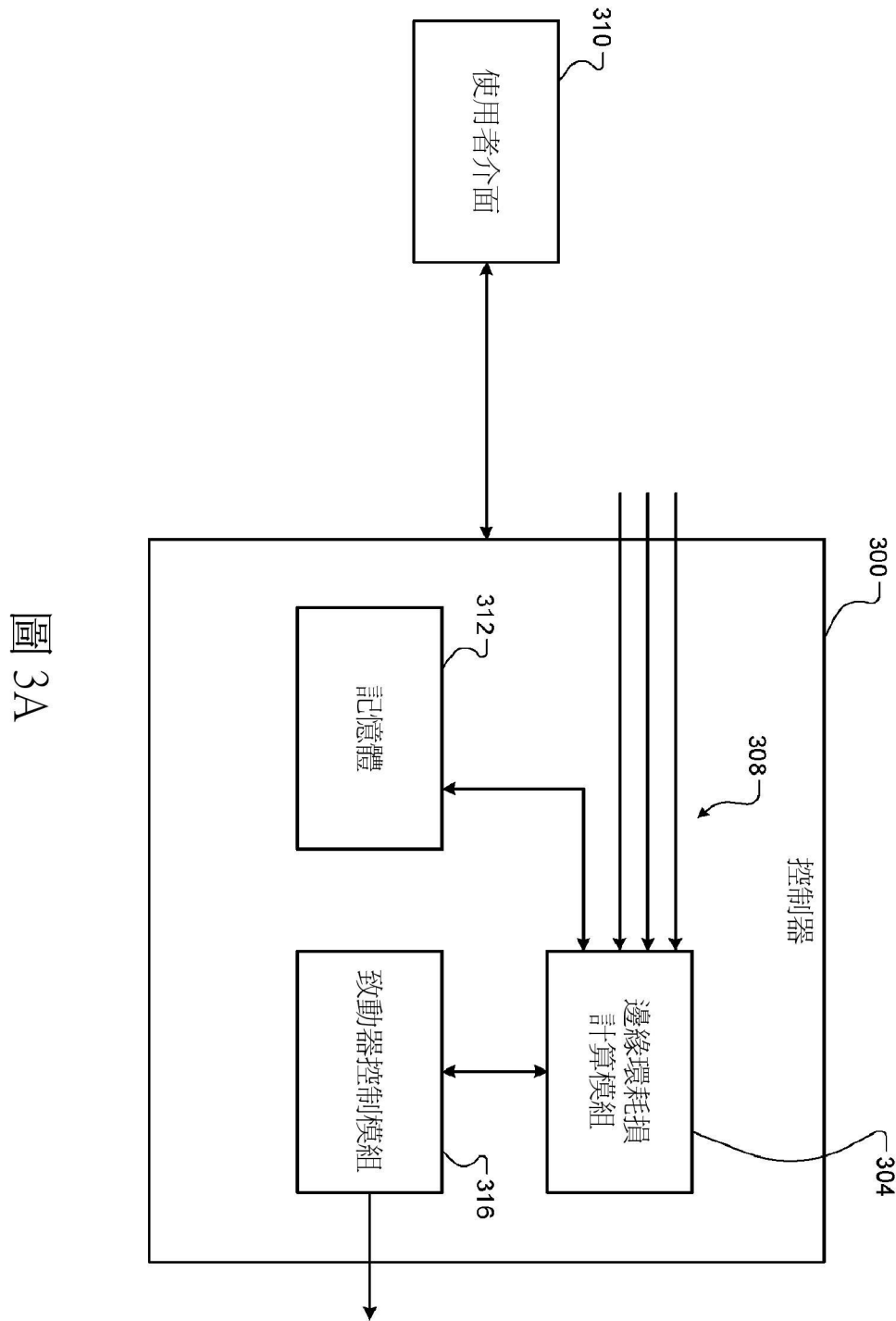


圖 3A

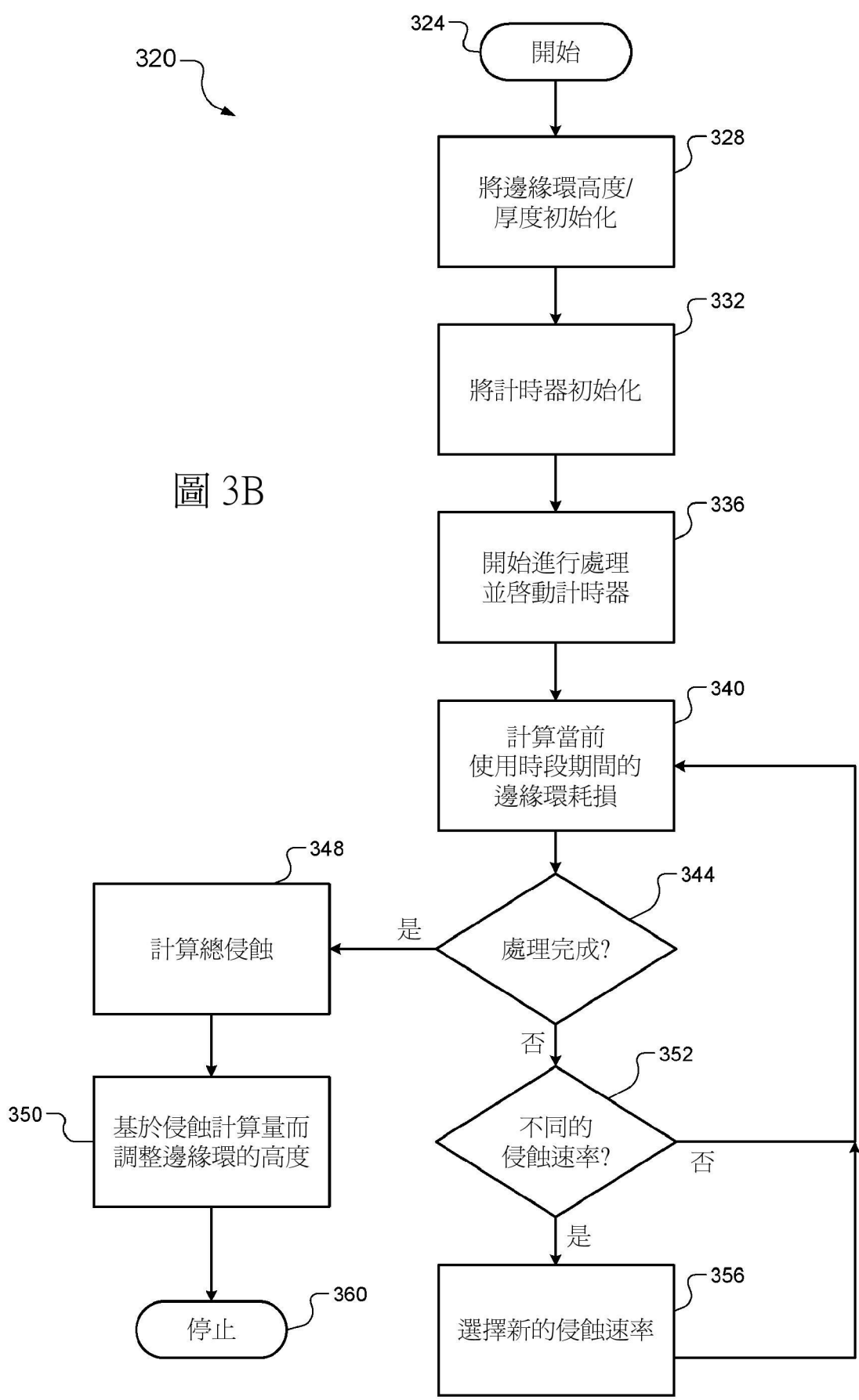


圖 3B

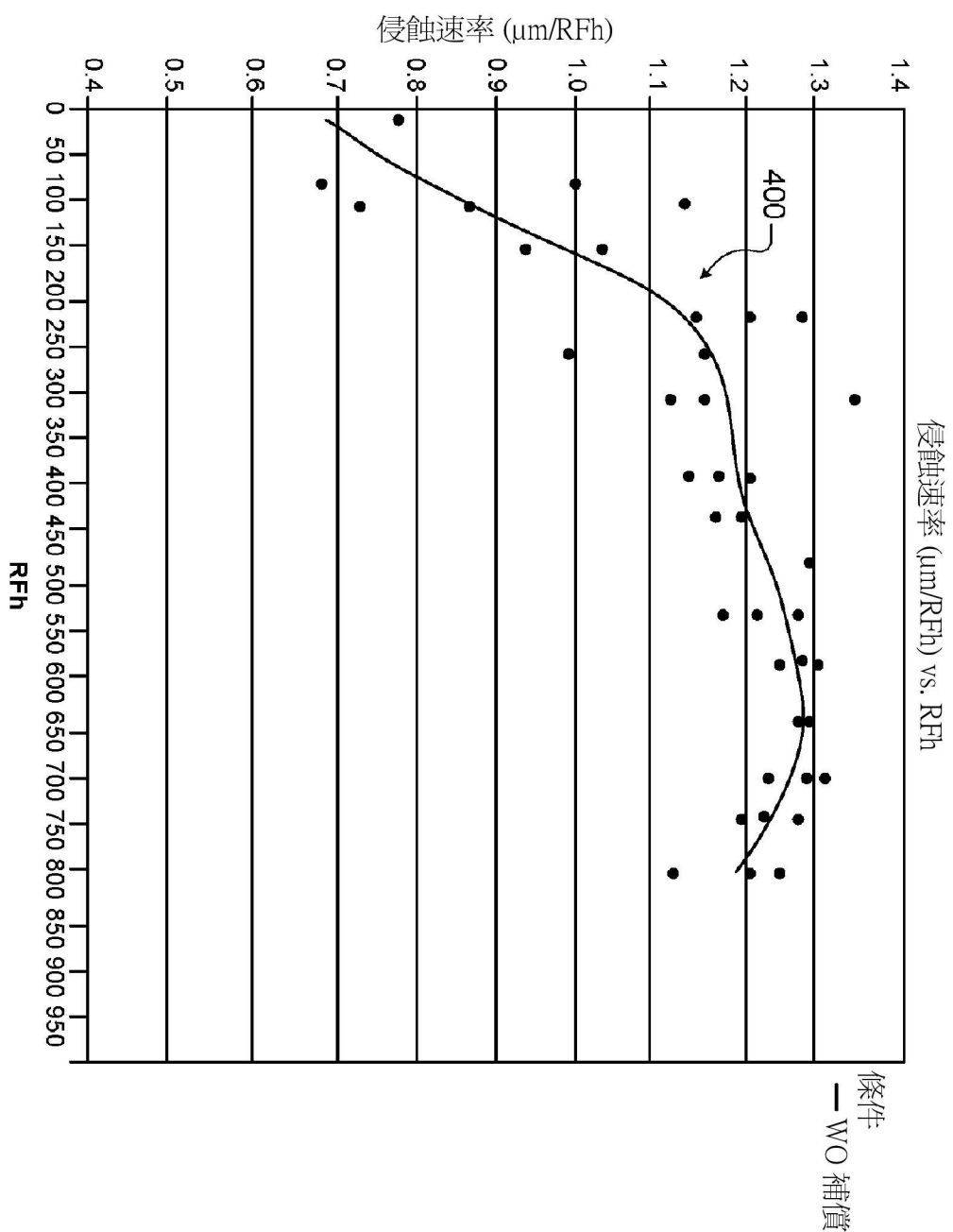


圖 4A

實際結果 - 6RF Hr 期間的多重侵蝕速率

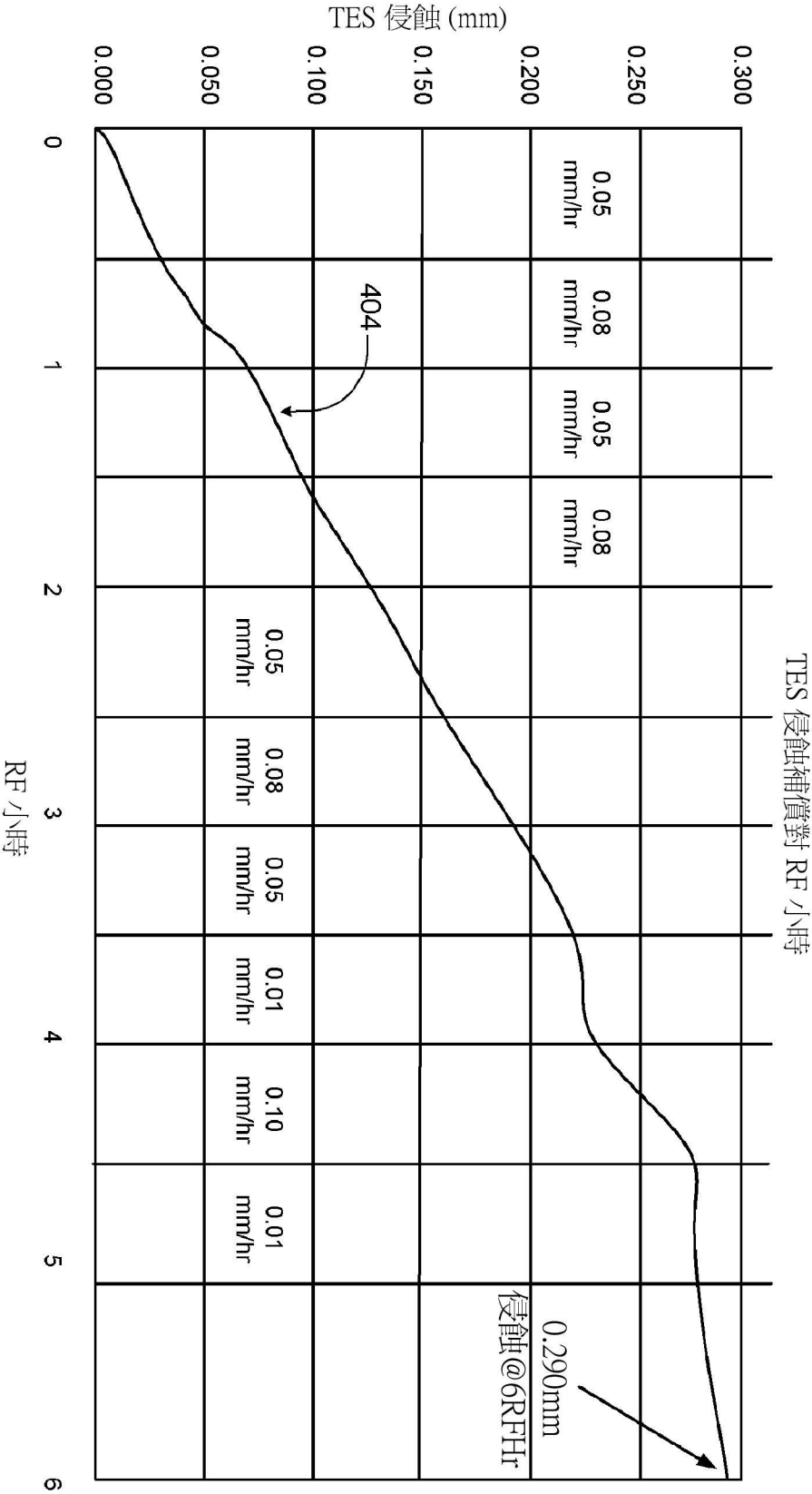


圖 4B

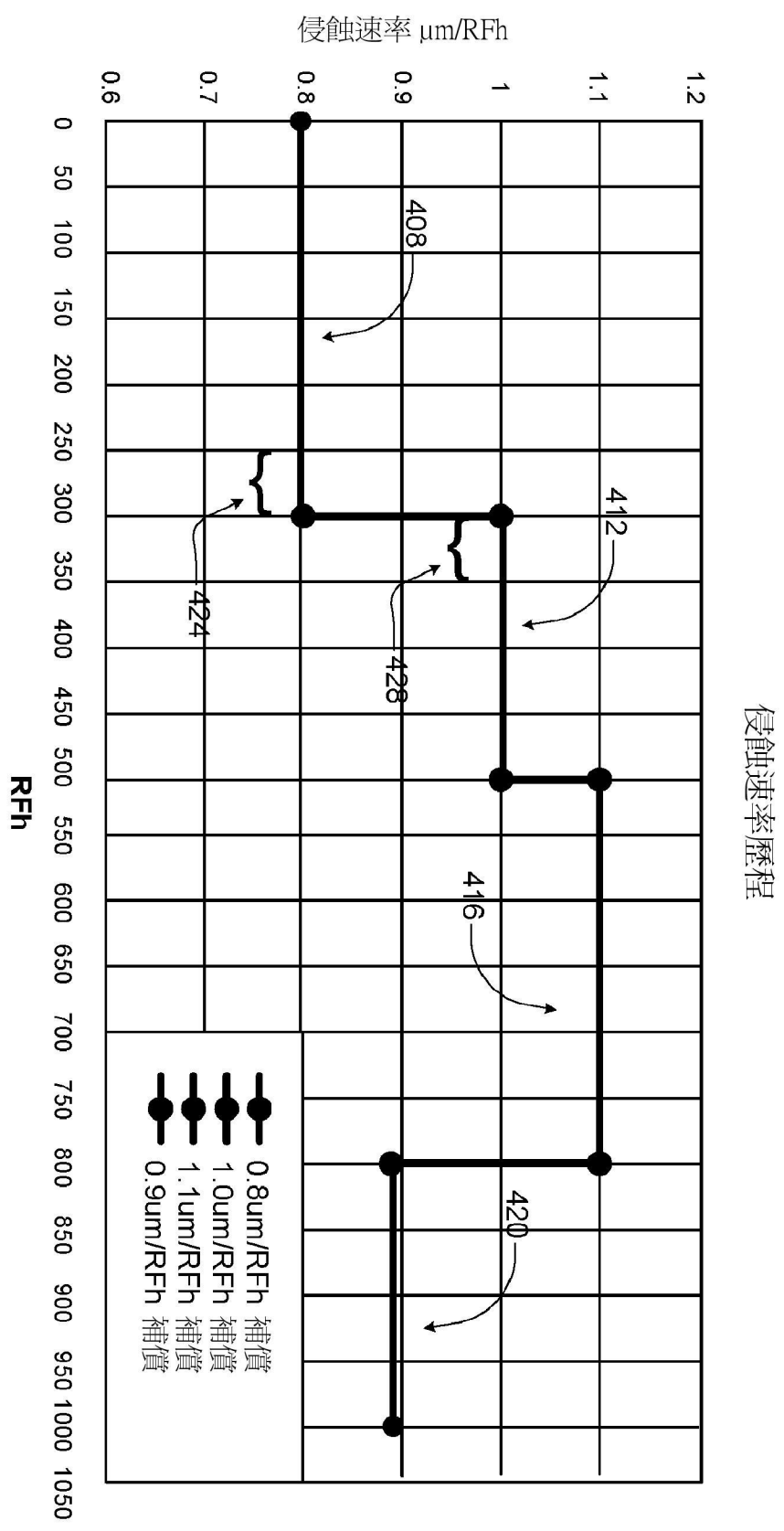


圖 4C

[illegible]

侵蝕追蹤

侵蝕修正

標準囊部高度 = 2.560 (mm)

當前囊部高度 = 2.270 (mm)

模型：☐ 停用

TES TCP RF Hours = 6.000 (hrs)

RF 侵蝕速率

Erosion Rate = 0.00000 (mm / RF Hrs)

RF 侵蝕多重速率

RF 開始 (Hrs) RF 速率 (mm/RFHrs) 侵蝕 (mm)

2.00	0.0500	0.0250
2.50	0.0800	0.0400
3.00	0.0500	0.0250
3.50	0.0100	0.0050
4.00	0.1000	0.0500
4.50	0.0100	0.0150

TES 高度 Ox ER 侵蝕計算 (5 片晶圓)

r < 147 mmAve ER

Ox-A ER = 0.000 (Å / min)

Ox-B ER = 0.000 (Å / min)

Ox-A ER = 0.000 (Å / min)

Ox-B ER = 0.000 (Å / min)

Ox-A ER = 0.000 (Å / min)

Ox-B ER = 0.000 (Å / min)

Ox-A ER = 0.000 (Å / min)

Ox-B ER = 0.000 (Å / min)

r < 147 mmAve ER

Ox-A ER = 0.000 (Å / min)

Ox-B ER = 0.000 (Å / min)

Ox-A ER = 0.000 (Å / min)

Ox-B ER = 0.000 (Å / min)

Ox-A ER = 0.000 (Å / min)

Ox-B ER = 0.000 (Å / min)

Ox-A ER = 0.000 (Å / min)

Ox-B ER = 0.000 (Å / min)

Calculate Sensitivity

Wafer Edge TES Ox ER Sensitivity = 0.000 (Å / min) per mm

TES 高度 Ox ER 侵蝕計算 (1 至 3 片晶圓)

Ox-A ER = 0.000 (Å / min)

Ox-B ER = 0.000 (Å / min)

Ox-C ER = 0.000 (Å / min)

Ox-A ER = 0.000 (Å / min)

Ox-B ER = 0.000 (Å / min)

Ox-C ER = 0.000 (Å / min)

Calculate Erosion & Accept

校準耗損量 (mm) + 量測耗損量 (mm) = 量測耗損量 (mm)

0.000 0.290 0.290

Reset

Save & Apply

起動 (新邊緣環)

EQ =

55.000

40.000

25.000

10.000

-5.000

-10.000

-20.000

20.000

50.000

80.000

110.000

圖 5B



圖 5C

補償編輯器

528

536

標準囊部高度 = 2.500 (mm)

當前囊部高度 = 2.400 (mm)

最大耗損之環高度 = 8.400 (mm)

TES TCP RF Hours = 0.000 (mm) Reset Edit Restore (Last reset value)

512

RF 侵蝕速率 = 0.00000 (mm / RF Hrs) RF 侵蝕多速率

508

RF 侵蝕多速率

Erosion Table:

RF Hour Multi-Rate 1	RF Hour Multi-Rate 2	RF Hour Multi-Rate 3	RF Hour Multi-Rate 4	RF Hour Multi-Rate 5	RF Hour Multi-Rate 6	RF Hour Multi-Rate 7	RF Hour Multi-Rate 8	RF Hour Multi-Rate 9	RF Hour Multi-Rate 10
0.00									

520

572

524

自訂侵蝕

Erosion Amount = 0.100 (mm)

Etch Rate Erosion

TES 高度 OX ER 敏感度計算 (5 片晶圓)

r < 147 mmAve ER

OX-A-ER =	OX-B-ER =	OX-C-ER =
0.000 (Å / min)	0.000 (Å / min)	0.000 (Å / min)
OX-A-ER =	OX-B-ER =	OX-C-ER =
0.000 (Å / min)	0.000 (Å / min)	0.000 (Å / min)

Calculate Sensitivity

Modified Date =

Wafer Edge TES OX ER Sensitivity = 0.000 (Å / min) per mm

TES 高度 OX ER 侵蝕計算 (1 至 3 片晶圓)

OX-A-ER =	OX-B-ER =	OX-C-ER =
0.000 (Å / min)	0.000 (Å / min)	0.000 (Å / min)
OX-B-ER =	OX-C-ER =	
0.000 (Å / min)	0.000 (Å / min)	

Calculate Erosion & Accept

當前狀態

自訂

侵蝕補償方法

自訂

校準耗損量 (mm) + 補償耗損量 (mm) = 量測耗損量 (mm)

0.037

0.063

0.100

環壽命警報選項：耗損量 = 1.5 mm

Edit

起動 (新) (總數)