



(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 I851651 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：109101904

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 20 日

(51)Int. Cl. : **H01J37/32 (2006.01)**

(30)優先權：2019/02/01 美國 16/265,186

(71)申請人：美商應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國(72)發明人：羅傑斯 詹姆士 ROGERS, JAMES (US)；崔琳鏌 CUI, LINYING (CN)；汀德沙
拉吉德 DHINDSA, RAJINDER (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW	201801130A	TW	201810344A
TW	201820382A	TW	201842578A
US	2014/0235063A1	US	2018/0012784A1
US	2018/0182647A1	US	2019/0013184A1

審查人員：曾宏仁

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：8 共 53 頁

(54)名稱

基板支撐組件、處理腔室、及處理基板的方法

(57)摘要

本文描述的實施例提供了用於在電漿輔助處理基板期間控制基板的周緣附近的處理結果輪廓的方法和設備。在一實施例中，基板支撐組件具有第一底板和圍繞第一底板的第二底板。第一底板和第二底板均具有經設置在其中的一或更多個相應的第一冷卻器和第二冷卻器。基板支撐組件進一步具有經設置在第一底板上並與第一底板熱耦合的基板支撐件及經設置在第二底板上並與第二底板熱耦合的偏壓環。在此，基板支撐件和偏壓環均由介電材料形成。基板支撐組件進一步包括：邊緣環偏置電極，其經嵌入偏壓環的介電材料中；及邊緣環，其經設置在偏壓環上。

Embodiments described herein provide methods and apparatus used to control a processing result profile proximate to a circumferential edge of a substrate during the plasma assisted processing thereof. In one embodiment a substrate support assembly features a first base plate and a second base plate circumscribing the first base plate. The first and second base plates each have one or more respective first and second cooling disposed therein. The substrate support assembly further features a substrate support disposed on and thermally coupled to the first base plate and a biasing ring disposed on and thermally coupled to the second base plate. Here, the substrate support and the biasing ring are each formed of a dielectric material. The substrate support assembly further includes an edge ring biasing electrode embedded the dielectric material of the biasing ring and an edge ring disposed on the biasing ring.

指定代表圖：

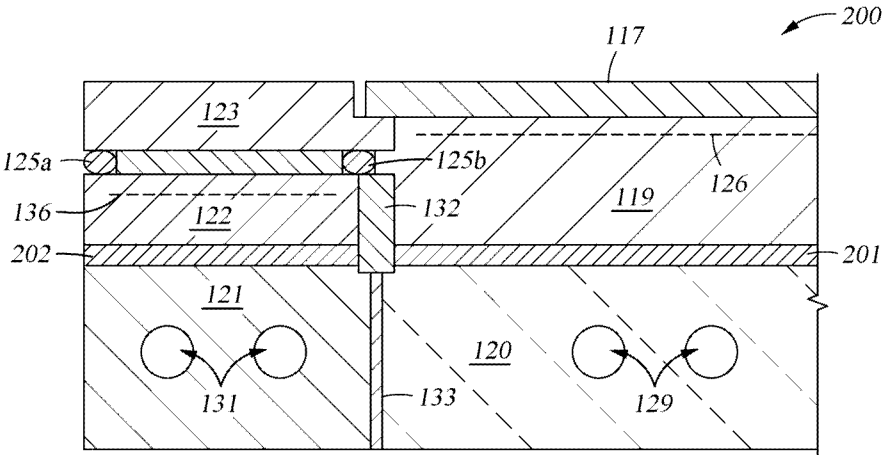


圖 2A

符號簡單說明：

- 117:基板
- 119:基板支撐件
- 120:第一底板
- 121:第二底板
- 122:偏壓環
- 123:邊緣環
- 125a:第一保護環
- 125b:第二保護環
- 126:吸附電極
- 129:第一冷卻通道
- 131:第二冷卻通道
- 132:第一絕緣體環
- 133:第二絕緣體環
- 134:偏置電源
- 135:熱電偶
- 136:邊緣環偏置電極
- 200a:基板支撐組件
- 201:第一加熱板
- 202:第二加熱板



I851651

【發明摘要】

【中文發明名稱】基板支撐組件、處理腔室、及處理基板的方法

【英文發明名稱】SUBSTRATE SUPPORT ASSEMBLIES, PROCESSING CHAMBERS, AND METHODS OF PROCESSING A SUBSTRATE

【中文】

本文描述的實施例提供了用於在電漿輔助處理基板期間控制基板的周緣附近的處理結果輪廓的方法和設備。在一實施例中，基板支撐組件具有第一底板和圍繞第一底板的第二底板。第一底板和第二底板均具有經設置在其中的一或更多個相應的第一冷卻器和第二冷卻器。基板支撐組件進一步具有經設置在第一底板上並與第一底板熱耦合的基板支撐件及經設置在第二底板上並與第二底板熱耦合的偏壓環。在此，基板支撐件和偏壓環均由介電材料形成。基板支撐組件進一步包括：邊緣環偏置電極，其經嵌入偏壓環的介電材料中；及邊緣環，其經設置在偏壓環上。

【英文】

Embodiments described herein provide methods and apparatus used to control a processing result profile proximate to a circumferential edge of a substrate during the plasma assisted processing thereof. In one embodiment a substrate support assembly features a first base plate and a second base plate circumscribing the first base plate. The first and second base plates each have one or more respective first and second cooling disposed therein. The substrate support assembly further features a substrate support disposed on and thermally coupled to the first base plate and a biasing ring disposed on and thermally coupled to the second base plate. Here, the substrate support and the biasing ring are each formed of a dielectric material. The substrate

support assembly further includes an edge ring biasing electrode embedded the dielectric material of the biasing ring and an edge ring disposed on the biasing ring.

【指定代表圖】第（ 2A ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 1 7 : 基 板

1 1 9 : 基 板 支 撐 件

1 2 0 : 第 一 底 板

1 2 1 : 第 二 底 板

1 2 2 : 偏 壓 環

1 2 3 : 邊 緣 環

1 2 5 a : 第 一 保 護 環

1 2 5 b : 第 二 保 護 環

1 2 6 : 吸 附 電 極

1 2 9 : 第 一 冷 卻 通 道

1 3 1 : 第 二 冷 卻 通 道

1 3 2 : 第 一 絕 緣 體 環

1 3 3 : 第 二 絕 緣 體 環

1 3 4 : 偏 置 電 源

1 3 5 : 熱 電 偶

1 3 6 : 邊 緣 環 偏 置 電 極

2 0 0 a : 基 板 支 撐 組 件

2 0 1 : 第 一 加 熱 板

2 0 2 : 第 二 加 熱 板

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】基板支撐組件、處理腔室、及處理基板的方法

【英文發明名稱】SUBSTRATE SUPPORT ASSEMBLIES, PROCESSING CHAMBERS, AND METHODS OF PROCESSING A SUBSTRATE

【技術領域】

【0001】 本文所述的實施例大體上涉及半導體裝置的製造；具體來說，本文所述的實施例涉及在電漿增強處理基板期間用於控制基板的周緣處及其附近的處理輪廓的方法和設備。

【先前技術】

【0002】 在高密度積體電路的製造中，電漿輔助蝕刻處理是公知且常用的記錄處理(POR)，其透過在基板上形成開口來圖案化此基板的材料層。在典型的電漿輔助蝕刻處理中，將基板定位在經設置在處理腔室中的基板支撐件上，並在其上方形成電漿。接著，將來自電漿的離子加速朝向基板及於基板上設置之遮罩層中形成的開口，以蝕刻與在遮罩表面下方設置的材料層中的遮罩層開口相對應的開口。

【0003】 通常，基板支撐件是基板支撐組件的一部分，基板支撐組件進一步包括環形環（本文中為邊緣環），環形環經設置在基板支撐件上並靠近其圓周。邊緣環圍繞基板並保護基板支撐件的介電材料免受電漿所造成的腐蝕。不幸的是，在基板邊緣和經設置在其附近的邊緣環的部分之間的電和熱不連續會導致在基板邊緣處的不期望的處理結果變化。在電漿輔助蝕刻處理中，不期望的處理結果變化

包括與從基板邊緣或周邊向內徑向設置的基板區域中的開口的蝕刻輪廓相比，在基板周邊或邊緣處的開口中的蝕刻開口輪廓的不均勻性（即，兩者之間的差異）。整個基板邊緣表面上過多的處理結果變化會不利地影響和抑制裝置良率（符合效能規格的裝置在基板上所製造的裝置總數中所佔的百分比）。

【0004】 因此，在本領域中需要在電漿輔助處理基板期間控制基板邊緣處的處理結果變化的設備和方法。

【發明內容】

【0005】 本文所述的實施例提供了用於在電漿輔助處理基板期間控制基板的周緣附近的處理結果輪廓的方法和設備。

【0006】 在一實施例中，基板支撐組件具有第一底板及圍繞第一底板的第二底板。第一底板和第二底板均具有經設置在其中的一或更多個相應的第一冷卻通道和第二冷卻通道。基板支撐組件進一步具有經設置在第一底板上並與第一底板熱耦合的基板支撐件及經設置在第二底板上並與第二底板熱耦合的偏壓環。在此，基板支撐件和偏壓環均由介電材料形成。基板支撐組件進一步包括：邊緣環偏置電極，其經嵌入偏壓環的介電材料中；及邊緣環，其經設置在偏壓環上

【0007】 在另一個實施例中，一種處理基板的方法包括以下步驟：將基板支撐組件的基板支撐件加熱至第一溫度；將圍繞基板支撐件的邊緣環加熱至第二溫度；及將基板定

位在基板支撐件上。在此，基板支撐組件經設置在處理腔室的處理容積中，並具有第一底板和圍繞第一底板的第二底板。第一底板和第二底板均具有經設置在其中的一或更多個相應的第一冷卻通道和第二冷卻通道。基板支撐組件進一步包括：基板支撐件，其經設置在第一底板上並與第一底板熱耦合；及偏壓環，其經設置在第二底板上並與第二底板熱耦合。基板支撐件和偏壓環均由介電材料形成。基板支撐組件進一步包括經嵌入偏壓環的介電材料中的邊緣環偏置電極和經設置在偏壓環上的邊緣環。方法進一步包括以下步驟：使處理氣體流入處理容積中；點燃並保持處理氣體的電漿；使用第一偏置電壓偏壓基板；及使用第二偏置電壓偏壓邊緣環。

【0008】 在另一個實施例中，處理腔室包括：經設置在處理腔室的處理容積中的基板支撐組件，及其上儲存有指令的電腦可讀取媒體，其在處理器執行此些指令時執行處理基板的方法。在此，基板支撐組件包括第一底板和圍繞第一底板的第二底板。第一底板和第二底板均具有經設置在其中的一或更多個相應的第一冷卻通道和第二冷卻通道。基板支撐組件進一步包括：基板支撐件，其經設置在第一底板上並與第一底板熱耦合；及偏壓環，其經設置在第二底板上並與第二底板熱耦合。在此，基板支撐件和偏壓環均由介電材料形成。基板支撐組件進一步包括：邊緣環偏置電極，其經嵌入偏壓環的介電材料中；及邊緣環，其經設置在偏壓環上。處理基板的方法包括以下步驟：將基板

支撐件加熱到第一溫度；將圍繞基板的邊緣環加熱到第二溫度；及將基板定位在基板支撐件上。方法進一步包括以下步驟：使處理氣體流入處理容積中；點燃並保持處理氣體的電漿；使用第一偏置電壓偏壓基板；及使用第二偏置電壓偏壓邊緣環。

【圖式簡單說明】

【0009】 為了可詳細地理解本申請案的上述特徵的方式，可透過參考實施例來對上文所簡要敘述的本申請案進行更詳細的描述，在附圖中示出了一些這種實施例。然而，應當注意，附圖僅示出了本申請案的典型實施例，且因此不應被認為是對其範圍的限制；本申請案可允許其他等效的實施例。

【0010】 圖 1 是根據一個實施例之具有基板支撐組件的處理腔室的示意性橫截面圖，基板支撐組件經配置以實施本文所闡述的方法。

【0011】 圖 2 A 至圖 2 C 是根據其他實施例之基板支撐組件的一部分的示意性橫截面圖，可在圖 1 中描述的電漿處理腔室中使用此基板支撐組件的一部分。

【0012】 圖 3 A 至圖 3 B 是根據其他實施例之基板支撐組件的一部分的示意性橫截面圖，可在圖 1 中描述的電漿處理腔室中使用此基板支撐組件的一部分。

【0013】 圖 4 A 至圖 4 C 是圖 1 的一部分的特寫視圖，其示意性地示出了使用本文所闡述的方法形成的各種電漿鞘輪廓。

【0014】 圖 4 D 至圖 4 E 是圖 1 的一部分的特寫視圖，其示意性地示出了使用在本文中闡述的方法的各種邊緣環溫度的影響。

【0015】 圖 5 A 是根據另一實施例的基板支撐組件的一部分的示意性橫截面圖，可在圖 1 中描述的處理腔室中使用此基板支撐組件的一部分。

【0016】 圖 5 B 是根據另一實施例的基板支撐組件的一部分的示意性橫截面圖，可在圖 1 中描述的處理腔室中使用此基板支撐組件的一部分。

【0017】 圖 6 A 至圖 6 B 示出了接近使用本文所述方法的實施例所處理的基板的邊緣的正規化臨界尺寸(CD)收縮的比較量測。

【0018】 圖 7 A 至圖 7 B 示出了接近使用在圖 6 A 至圖 6 B 中所分別闡述之相同處理條件處理的基板的邊緣的正規化蝕刻速率的比較量測。

【0019】 圖 8 是闡述根據本文描述的實施例處理基板的方法的流程圖。

【0020】 為了便於理解，已儘可能使用相同的元件符號來表示圖式中共有的相同元件。可預期的是，一個實施例中所揭露的元件和特徵可有益地併入其他實施例中，而無需對其進行具體敘述。

【實施方式】

【0021】 本文所述的實施例提供了用於在電漿輔助處理基板期間控制在基板的周緣附近的處理結果輪廓的方法和設

備。具體來說，本文中的方法和設備提供了環形環的選擇性的電偏壓和溫度控制，環形環在本文中是圍繞基板支撐組件的表面周向設置的邊緣環，待處理的基板將被支撐在此表面上。邊緣環的偏壓和溫度控制獨立於其上設置有待處理基板的基板支撐件的偏壓和溫度控制。

【0022】 在基板支撐件和邊緣環之間的獨立偏壓和溫度控制使得能夠對靠近基板邊緣的處理結果輪廓進行微調。例如，在電漿輔助蝕刻處理中，在靠近基板邊緣的基板上（例如在邊緣的 15 mm 之內）的處理結果經常偏離在從基板邊緣徑向向內的位置處的基板上的處理結果。此處理結果的不均勻性通常歸因於用來對形成於基板上方的基板執行處理之電漿的相應不連續性或性質的變化，此處是基板的主表面的平面，其在水平位置中被處理。處理電漿的不連續性或性質的變化包括基板上的電漿區域的形狀的變化及形成電漿的處理氣體在電漿上的電離度的變化。通常，與位於基板上且位於基板邊緣內側的區域相比，處理電漿中的這些不連續性或變化在位於基板邊緣區域上方的區域和與其相鄰的邊緣環處更為明顯。因此，本文所提供的設備和方法使得能夠對邊緣環偏壓和邊緣環溫度兩者進行精細控制以改善這些差異。

【0023】 通常，先前的基板處理操作，如材料沉積操作（例如 CVD、PVD 和 ALD 處理）或材料去除操作（例如化學機械拋光（CMP）和濕法或乾法蝕刻處理），都可導致在基板的中心區域及基板的邊緣區域之間的特徵輪廓偏差或材

料厚度偏差。在這種情況下，本文所述的實施例所實現的邊緣環偏壓和邊緣環溫度的精細控制可用於補償先前的基板處理操作所產生的中心到邊緣的不均勻性。

【0024】 如圖 1 和圖 4 A 至圖 4 C 所示和所述，邊緣環偏壓有助於透過控制電漿鞘的形狀來調節位於基板邊緣上方和附近的區域中的電漿的形狀。在電漿鞘彎曲的地方，被拉向經偏壓基板的離子的軌跡不同於當鞘平行於基板表面時從電漿向基板拉的離子的軌跡。控制邊緣環溫度會影響處理氣體中反應性中性物質（例如，自由基和活化的分子）的濃度，從而在基板邊緣上方和附近的區域中調節涉及反應性中性物質的化學反應。

【0025】 圖 1 是根據一實施例之經配置以實施本文闡述的方法的電漿處理腔室的示意性橫截面圖。在此實施例中，處理腔室是電漿蝕刻處理室，如反應離子蝕刻（RIE）電漿腔室。在其他實施例中，處理腔室是電漿增強的沉積腔室，例如為電漿增強的化學氣相沉積（PECVD）腔室、電漿增強的物理氣相沉積（PEPVD）腔室或電漿增強的原子層沉積（PEALD）腔室。在其他實施例中，處理腔室是電漿處理腔室或基於電漿的離子注入腔室，例如為電漿摻雜（PLAD）腔室或物理氣相沉積（PVD）腔室。在此，處理腔室包括電耦合到射頻（RF）電源的感應耦合電漿（ICP）源。在其他實施例中，電漿源是電容耦合電漿（CCP）源，如經設置在處理容積中的電漿電極，其中電漿電極電耦合到 RF 電源，且將能量和功率電容耦合到腔室中的電漿。

【0026】 處理腔室100具有腔室主體101，腔室主體101包括腔室蓋102、一或更多個側壁103和腔室基座104，上述元件共同限定了處理容積105。處理容積105經流體耦合至處理氣體源106，處理氣體源106向其輸送處理氣體。處理腔室100進一步包括電漿產生器107，電漿產生器107經配置以點燃並保持透過處理氣體源引入到處理容積中的（多種）處理氣體的電漿108。電漿產生器107包括在處理容積105外部的的位置處之靠近腔室蓋102設置的一或更多個感應線圈109。一或更多個感應線圈109經電耦合到RF電源110。電漿產生器107用於透過將來自由RF電源110供電的感應線圈109的能量感應耦合到（多種）處理氣體中來點燃和維持電漿108。在此，處理容積105流體耦合至真空源（如一或更多個專用真空泵），以將處理容積105維持在低於大氣壓的壓力並從中排空處理氣體和其他氣體。通常，處理腔室包括系統控制器111，系統控制器111用於控制處理腔室的操作並實施本文所述的方法。

【0027】 在此，系統控制器111包括可程式化的中央處理單元（在此為CPU 112），其可與記憶體113（例如，非暫態記憶體）和支持電路114一起操作。支持電路114常規地耦合至CPU 112，並包括經耦合到處理腔室100的不同元件的快取、時鐘電路、輸入/輸出子系統及電源等及上述元件的組合，以便對其進行控制。CPU 112是在工業環境中所使用的任何形式的通用電腦處理器（如可程式化邏輯控制器（PLC））之一者，以用於控制處理腔室100的各種

元件和子處理器。與CPU 112耦合的記憶體113為非暫態且通常是一或更多個隨時可用的記憶體，如隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)、軟碟驅動器、硬碟或任何其他形式的本地或遠端數位儲存器。

【0028】 典型地，記憶體113為包含指令的電腦可讀取儲存媒體（例如，非揮發性記憶體）的形式，當由CPU 112執行指令時，此些指令便助於處理腔室100的操作。記憶體113中的指令為程式產品（如實現本申請案的方法的程式）的形式。程式代碼可符合多種不同程式語言中的任何一種。在一個實例中，本申請案可被實施成儲存在電腦可讀取儲存媒體上以與電腦系統一起使用的程式產品。程式產品的（多個）程式定義實施例的功能（包括本文所述的方法）。

【0029】 說明性電腦可讀取儲存媒體包括但不限於：（i）在其上可永久儲存資訊的不可重寫儲存媒體（例如，電腦內的唯讀記憶體裝置，如CD-ROM驅動器可讀取的CD-ROM碟、快閃記憶體、ROM晶片或任何類型的固態非揮發性半導體記憶體）；及（ii）在其上儲存了可變資訊的可重寫儲存媒體（例如，軟碟驅動器或硬碟驅動器內的軟碟或任何類型的固態隨機存取半導體記憶體）。當執行針對本文中描述的方法的功能的電腦可讀取指令時，這種的電腦可讀取儲存媒體是本申請案的實施例。在一些實施例中，本文所描述的方法或其部分由一或更多個特殊應用積體電路(ASIC)、現場可程式化閘陣列(FPGA)或其他

類型的硬體實施來執行。在一些其他實施例中，本文所述的處理由軟體常式、ASIC、FPGA及/或其他類型的硬體實施的組合來執行。

【0030】 處理腔室100進一步包括經設置在處理容積105中的基板支撐組件115。基板支撐組件115經設置在密封地延伸穿過腔室基座104的支撐軸116上，如被在腔室基座104下方的區域中或在基板支撐組件115和腔室基座104之間設置的區域中的波紋管（未示出）所包圍。通常，基板117透過一或更多個側壁103中的一者的開口（未示出）被裝載到處理容積105中，此開口在基板處理期間通常用門或閥（未示出）密封。透過可移動地設置穿過其中的複數個升舉銷118，便於將基板117傳送到基板支撐組件115及從基板支撐組件115傳送基板117。在升高的位置，升舉銷118在基板支撐組件115的表面上方延伸，從而從基板支撐組件115的表面提升基板117，且使得能夠由機械手（未示出）存取基板117。在降低的位置，升舉銷118的上表面（未示出）與基板支撐組件115的表面齊平或設置在基板支撐組件115的表面下方，並將基板117放置在其上。

【0031】 此處，基板支撐組件115包括：基板支撐件119，其經設置在第一底板120上並與第一底板120熱耦合；及第二底板121，其圍繞第一底板120。基板支撐件119由介電材料形成，介電材料如整體燒結陶瓷材料或金屬氧化物或金屬氮化物陶瓷材料，整體燒結陶瓷材料如碳化矽（SiC），及金屬氧化物或金屬氮化物陶瓷材料例如為氧化

鋁 (Al_2O_3)、氮化鋁 (AlN)、氧化鈦 (TiO)、氮化鈦 (TiN)、氧化釔 (Y_2O_3)，其混合物，及上述各者的組合。基板支撐件 119 透過導熱黏合劑或透過經設置在第一底板 120 與基板支撐件 119 之間的包括導熱材料的機械構件而熱耦合到第一底板 120，導熱材料如導熱且物理上貼合的墊片或其他導電材料。在一些實施例中，第一底板 120 和第二底板 121 中的一者或兩者由耐腐蝕的導熱材料形成，如耐腐蝕的陶瓷或金屬，例如鋁、鋁合金、不銹鋼或氮化鋁 (AlN)。

【0032】 基板支撐組件 115 進一步包括：偏壓環 122，其經設置在第二底板 121 上；邊緣環 123，其經設置在偏壓環 122 上。偏壓環 122 通常由電極嵌入其中的介電材料製成。介電材料可以是陶瓷材料之一者或陶瓷材料的組合，其可用於形成如上所述的基板支撐件 119。通常，邊緣環 123 由導熱和導電的材料形成，如矽、石墨、碳化矽或其組合。在一些實施例中，邊緣環 123 透過插在其間的導熱材料 124（如矽樹脂墊圈）熱耦合至偏壓環 122。在其他實施例中，導熱材料 124 包括基於矽樹脂或丙烯酸帶或糊。

【0033】 在一些實施例中，保護環 125 a - b 經設置在邊緣環 123 與偏壓環 122 之間及在導熱材料 124 的內周側和外周側上，以透過防止暴露於處理氣體和電漿來保護導熱材料 124 不受處理氣體和電漿所引起的腐蝕的影響。第一保護環 125 a 圍繞導熱材料 124，因此第一保護環 125 經設置成緊鄰導熱材料 124 並從其徑向向外。第二保護環 125 b 經設

置在導熱材料124的徑向內側並與其鄰近。在此，保護環125a-b由處理氣體和耐電漿聚合物形成。合適聚合物的實例包括一或更多種含氟的聚合物（含氟聚合物），如全氟烷氧基（PFA）、氟化乙烯丙烯（FEP）、可從DuPont商購的TEFLON®聚四氟乙烯（PTFE）或上述組合。

【0034】 在其他實施例中，邊緣環123經直接設置在偏壓環122上並與其直接接觸。通常，在那些實施例中，邊緣環123和偏壓環122之一者或兩者的界面在其製造過程中被拋光。邊緣環123和偏壓環122的經拋光界面導致相對於未拋光表面之增加的表面接觸面積，並因此期望地增加了它們之間的熱傳遞率。在一些實施例中，將DC電源141電耦合至經嵌入在偏壓環122中的電極，如邊緣環偏置電極136或第二電極（未示出）。在那些實施例中，邊緣環偏置電極136或第二電極用來藉由在邊緣環123和邊緣環偏置電極或第二電極之間提供電勢（在其間產生靜電（ESC）吸引力）來確保偏壓環122和邊緣環123之間的緊密接觸並因此確保高的熱傳遞率。

【0035】 此處，基板支撐件119包括經嵌入在其介電材料中的一或更多個吸附電極126。一或更多個吸附電極126用於透過在基板117和（多個）吸附電極126之間提供電勢來在其之間產生靜電（ESC）吸引力而將基板117固定到基板支撐件119。在此，將一或更多個吸附電極126耦合到如DC電源的吸附電源127，此吸附電源向DC電源提供吸附電壓。

【0036】 基板支撐組件115經進一步配置以相對於在其上方形成的電漿108偏置邊緣環123和基板117中之一者或二者。典型地，透過與具有施加有基板偏置電壓的電極的電容耦合來偏壓基板117。可將用於提供偏壓的電極設置在基板支撐件119的介電材料中或下方。在一些實施例中，對基板117施加偏壓之步驟包括以下步驟：向經設置在基板支撐件119的介電材料中的吸附電極126施加基板偏置電壓。在那些實施例中，將吸附電極126電耦合至吸附電源127和偏置電源134兩者（以虛線示出了偏置電源134和吸附電極126之間的電耦合）。在那些實施例中，吸附電極126用於提供基板偏壓和DC吸盤電勢兩者。在一些實施例中，對基板117施加偏壓之步驟包括以下步驟：將來自偏置電源134的基板偏置電壓施加至經電耦合至偏置電源134的第一底板120。在其他實施例中，偏壓基板117之步驟包括以下步驟：施加偏置電壓至基板偏置電極（未示出），此基板偏置電極經嵌入至基板支撐件119的介電材料中。使用時，基板偏置電極通常透過經設置在其間之基板支撐件119的介電材料而與吸附電極126電絕緣。通常，偏置電源134提供連續波(CW)RF功率、脈衝RF功率、CWDC功率或脈衝DC功率中的一者或組合。

【0037】 獨立於偏壓基板117之步驟偏壓邊緣環123，偏壓邊緣環123之步驟包括以下步驟：向邊緣環偏置電極136施加邊緣環偏置電壓。此處，邊緣環偏置電極136經嵌入在偏壓環122的介電材料中並透過經設置在它們之間的調

諧電路 137 電耦合到偏置電源 134。在其他實施例中，將邊緣環偏置電極 136 電耦合到與偏置電源 134 不同的第二偏置電源 140（邊緣環偏置電極 136 和第二偏置電源 140 之間的電耦合以虛線示出）。邊緣環 123 和基板 117 的獨立偏壓允許對緊鄰基板 117 的周緣的電漿鞘 138a 的形狀進行精細控制。電漿鞘 138a 通常限定經設置在電漿 108 的大部分、基板 117 的表面及面對電漿 108 的邊緣環 123 之間的暗空間邊界區域。下文關於圖 4A 至圖 4C 的描述中進一步論述了控制電漿鞘 138a 的形狀。

【0038】 在一些實施例中，第一底板 120 和第二底板 121 中的一者或兩者由導熱電絕緣材料形成，如金屬氮化物陶瓷材料，例如氮化鋁 (AlN)。由導熱電絕緣材料形成第一底板 120 和第二底板 121 中的一者或兩者期望地防止或基本上消除邊緣環偏置電極 136 與用於向基板提供偏壓功率的電極（例如，基板偏置電極（上述但未示出））或吸附電極 126（當偏置電源 134 電耦合到其上時）之間的串擾。如本文所使用的「串擾」是提供給每個電極的功率之間的不期望的電干擾，其可能不期望地干擾獨立地控制其偏壓功率的能力。通常，串擾是由電極和另外一或更多個導電底板（例如，鋁底板）的電容耦合透過基板支撐件之較薄介電材料或經設置在其間的偏壓環而引起的。

【0039】 此處，基板支撐組件 115 進一步包括經嵌入在基板支撐件 119 的介電材料中的一或更多個第一加熱元件 128 和經設置在第一底板 120 中的一或更多個第一冷卻通

道 1 2 9。一或更多個第一加熱元件 1 2 8 用於在處理之前將基板支撐件 1 1 9 及由此設置在其上的基板 1 1 7 加熱到期望溫度，並在處理期間將基板 1 1 7 保持在期望溫度。一或更多個第一冷卻通道 1 2 9 流體地耦接至冷卻劑源（未示出）並與冷卻劑源流體連通，冷卻劑源如具有相對高電阻的製冷劑源或改性水源。在基板處理期間，第一底板 1 2 0 用於調節基板支撐件 1 1 9 的溫度，從而調節放置在基板支撐件 1 1 9 上的基板 1 1 7 的溫度。可單獨使用或組合使用（多個）第一加熱元件 1 2 8 和流過第一冷卻通道 1 2 9 的冷卻劑，以促進對基板支撐件 1 1 9 的溫度的精細控制，從而促進對經設置在其上的基板 1 1 7 的溫度的精細控制。

【0040】 使用第二加熱元件 1 3 0 和第二冷卻通道 1 3 1 中的一者或兩者來獨立於基板 1 1 7 的溫度來維持和控制邊緣環 1 2 3 的溫度。在此實施例中，第二加熱元件 1 3 0 包括電阻加熱元件，其嵌入至偏壓環 1 2 2 的介電材料中。在基板處理之前，第二加熱元件 1 3 0 用來加熱偏壓環 1 2 2 從而將熱耦合到偏壓環 1 2 2 的邊緣環 1 2 3 加熱到期望溫度，並結合流過第二冷卻通道 1 3 1 的冷卻劑，以在基板處理期間將邊緣環保持在期望溫度。在此，偏壓環 1 2 2 透過介於其間的第一絕緣體環 1 3 2 與基板支撐件 1 1 9 熱絕緣。

【0041】 此處，經設置在第二底板 1 2 1 中的第二冷卻通道 1 3 1 流體耦接至冷卻劑源（未示出）並與冷卻劑源流體連通，冷卻劑源可與用於輸送冷卻流體到（多個）第一冷卻通道的冷卻劑源相同或不同。在使用相同冷卻劑源的實施

例中，獨立地控制通過第一冷卻通道和第二冷卻通道的冷卻劑流量，以促進分別對第一底板120和第二底板121進行獨立的溫度控制。典型地，第二底板121透過介於其間的第二絕緣體環133與第一底板120熱絕緣。第一絕緣體環132和第二絕緣體環133通常由適於抑制基板支撐件119與偏壓環122之間及第一底板120與第二底板121之間的熱傳遞的材料形成。可用於絕熱環132、133的合適材料的實例包括PTFE、石英、矽樹脂及其組合。在一些實施例中，不使用熱絕緣體環，及第一底板和第二底板被間隔開且透過在它們之間的空間中所提供的真空而彼此熱絕緣。

【0042】 此處，基板支撐組件115進一步包括一或更多個溫度感測器，如熱電偶135，其經設置在偏壓環122的介電材料中或附近。熱電偶135用於監視偏壓環122的溫度，並因此監視與偏壓環122熱耦合的邊緣環123的溫度。在一些其他實施例中，皆使用經設置在其下方的專用加熱器來加熱基板支撐件119和邊緣環123中的一者或兩者，如圖2A所示。在一些其他實施例中，基板支撐件119和邊緣環123兩者皆經設置在如圖3所示的共同底板上。

【0043】 圖2A是根據一個實施例的基板支撐組件200a的一部分的示意性橫截面視圖，基板支撐組件200a可用於代替圖1所述的處理腔室100中的基板支撐組件115。此處，在基板支撐件119與第一底板120之間插入第一加熱器（如第一加熱板201），在偏壓環122與第二底板121之間插入第二加熱器（如第二加熱板202）。第一加熱板201透過經

設置在其間的第一絕緣體環 132 與第二加熱板 202 熱絕緣。第二底板 121 透過介於其間的第二絕緣體環 133 與第一底板 120 熱絕緣。

【0044】 圖 2B 是根據一個實施例的基板支撐組件 200b 的一部分的示意性橫截面視圖，基板支撐組件 200b 可用來代替圖 1 所述的處理腔室 100 中的基板支撐組件 115。此處，基板支撐組件 200a 類似於圖 1 中描述的基板支撐組件 115，且進一步包括第一電絕緣板 203 和第二電絕緣板 204。第一電絕緣板 203 介於基板支撐件 119 和第一底板 120 之間。第二電絕緣板 204 插在偏壓環 122 和第二底板 121 之間。此處，第二電絕緣板 204 包圍第一電絕緣板 203，並透過介於其間的第一絕緣體環 132 和第二絕緣體環 133 中的一者或兩者而與第一電絕緣板 203 熱絕緣。

【0045】 通常，第一電絕緣板 203 和第二電絕緣板 204 中的一者或兩者由導熱電絕緣材料形成，導熱電絕緣材料如金屬氮化物陶瓷材料，例如為氮化鋁 (AlN)。理想地，電絕緣板 203 和 204 期望地防止或基本上消除邊緣環偏置電極 136 與用於向基板提供偏壓功率的電極（例如，基板偏置電極（上述但未示出））或吸附電極 126（當偏置電源 134 電耦合到其上時）之間的串擾。在一些實施例中，電絕緣板 203 和電絕緣板 204 中的一者或兩者具有足以基本消除或顯著減小經設置在其上方的各個電極與經設置在其下方的各個底板的電容耦合的厚度。例如，在一些實施例中，電絕緣板 203 和電絕緣板 204 中的一者或兩者具有大於

約 5 mm，如大於約 10 mm，或例如在約 5 mm 與約 50 mm 之間的厚度。

【0046】 圖 2 C 是根據一個實施例的基板支撐組件 200c 的一部分的示意性橫截面視圖，基板支撐組件 200c 可用來代替圖 1 所述的處理腔室 100 中的基板支撐組件 115。此處，基板支撐組件 200c 類似於圖 1 中描述的基板支撐組件 115，且進一步包括插入在第二底板 121 和偏壓環 122 之間的電絕緣板 204。基板支撐組件 200c 不包括圖 2 B 中所述的電絕緣板 203，及第一底板 120 由設備板 205 的至少一部分支撐。設備板 205 為基板支撐組件 200c 提供結構支撐，且可與本文描述的實施例的一者或其任意組合一起使用。在其他實施例中，基板支撐組件可包括電絕緣板 203 而不包括電絕緣板 204。包括多個電絕緣板中的一個電絕緣板而不包括其他的電絕緣板降低了基板支撐組件的製造成本，同時仍降低或基本消除偏置電極之間的串擾。

【0047】 圖 3 A 是根據另一實施例的基板支撐組件 300b 的一部分的示意性橫截面視圖，基板支撐組件 300b 可用於代替圖 1 所述的處理腔室 100 中的基板支撐組件 115。此處，基板支撐件 119 和偏壓環 122 均經設置在共同底板 301 上。使用經設置在其中的一或更多個冷卻通道 302 來調節底板 301 的溫度。一或更多個冷卻通道 302 流體耦接至冷卻劑源（未示出），並與冷卻劑源流體連通，冷卻劑源如具有相對高電阻的製冷劑源或改性水源。底板 301 用於在基板處理期間調節基板支撐件 119 和偏壓環 122 的溫度，從而

調節分別經設置在基板支撐件 119 和偏壓環 122 上的基板 117 和邊緣環 123 的溫度。此處，基板支撐件 119 和偏壓環 122 透過介於其間的絕緣體環 303 彼此熱絕緣。在此實施例中，每個基板支撐件 119 和偏壓環 122 包括嵌入在其介電材料中的相應的加熱元件 128、130。在其他實施例中，使用如圖 2 中所示的加熱板 201、202 的加熱板來加熱基板支撐件 119 和偏壓環 122。

【0048】 通常，使用由一或更多個熱電偶 135 提供的量測結果，將偏壓環 122 及由此經設置在其上的邊緣環 123 保持在期望溫度或期望溫度範圍內。將（多個）測得的溫度通訊傳送至系統控制器 111，系統控制器 111 將測得的溫度與期望溫度設定點或期望溫度範圍進行比較。若測得的溫度下降到期望溫度設定點以下或期望溫度範圍以下，則系統控制器 111 將增加流入邊緣環 123 的熱。通常，透過施加或增加提供給圖 1 和圖 3 所示的第二加熱元件 130 或圖 2 所示的第二加熱板 202 之功率來增加流入邊緣環 123 的熱。若測得的溫度升高到期望溫度設定點以上或期望溫度範圍以上，則系統控制器 111 將從邊緣環 123 去除熱。通常，透過關閉或降低施加到偏壓環 122 的功率、改變流向如圖 1 和圖 2 所示之第二底板 121（或圖 3A 中所示的組合底板或其組合）的冷卻劑流率，從邊緣環 123 去除熱。在一些實施例中，基板支撐組件 300a 進一步包括分別插在底板 301 和基板支撐件 119 或底板 301 與偏壓環 122 之間的第一電絕緣

板 2 0 3 和 第二電絕緣板 2 0 4（在圖 2 B 中示出）中的一者或兩者。

【0049】 圖 3 B 是根據一個實施例的基板支撐組件 3 0 0 b 的一部分的示意性橫截面視圖，基板支撐組件 3 0 0 b 可用來代替圖 1 所述的處理腔室 1 0 0 中的基板支撐組件 1 1 5。此處，基板支撐組件 3 0 0 b 進一步包括插入在共同底板 3 0 1 與基板支撐件 1 1 9 和偏壓環 1 2 2 之間의 共同電絕緣板 3 0 4。電絕緣板 3 0 4 可由與如上所述之關於第一電絕緣板 2 0 3 和第二電絕緣板 2 0 4 相同的材料形成且具有相同的厚度。

【0050】 圖 4 A 至圖 4 C 是圖 1 所示的處理腔室 1 0 0 的一部分的示意性橫截面視圖，其分別示出了靠近基板 1 1 7 的邊緣的各種形狀的電漿鞘 1 3 8 a - c。在此，電漿鞘 1 3 8 a - c 的形狀由使用本文闡述的方法來調節施加到基板 1 1 7 的偏置電壓和邊緣環 1 2 3 上的偏置電壓的比率來控制。通常，與具有較低或不施加偏置電壓的邊緣環 1 2 3 相比，增加提供給邊緣環 1 2 3 的偏置電壓會導致在邊緣環 1 2 3 上方的電漿鞘 1 3 8 b 相對較厚。

【0051】 在圖 4 A 中，電漿鞘 1 3 8 a 在經設置在基板 1 1 7 上方的區域和經設置在邊緣環 1 2 3 之靠近基板 1 1 7 的一部分上方的區域具有均勻的厚度。電漿鞘 1 3 8 a 之均勻的厚度助於離子從電漿 1 0 8 朝著基板 1 1 7 的表面沿軌跡 4 0 1 加速，軌跡 4 0 1 基本上均勻且正交於基板 1 1 7 之靠近其邊緣的表面。

【0052】 在圖 4 B 中，電漿鞘 1 3 8 b 在經設置在邊緣環 1 2 3 上方的區域中比在基板 1 1 7 上方設置的區域中更厚。如圖

4 B 所示，電漿鞘 1 3 8 b 在上方的區域中彎曲遠離基板 1 1 7 的邊緣。此處，從電漿 1 0 8 到位於其下方的基板 1 1 7 的邊緣的離子的軌跡 4 0 1 朝向邊緣環 1 2 3 成角度。因此，圖 4 B 中靠近基板邊緣的離子軌跡 4 0 1 相較於圖 4 A 和圖 4 C 中的軌跡更不集中，及在接近基板邊緣的蝕刻速率相對降低。

【0053】 在圖 4 C 中，電漿鞘 1 3 8 c 在經設置在邊緣環 1 2 3 上方的區域中比在基板 1 1 7 上方設置的區域中更薄。如圖 4 C 所示，電漿鞘在設置於其上方的區域中朝著基板 1 1 7 的邊緣彎曲。此處，從電漿 1 0 8 朝向基板 1 1 7 的離子軌跡 4 0 1 成角度遠離圍繞基板 1 1 7 的圓周的邊緣環 1 2 3。因此，圖 4 C 中靠近基板邊緣的離子軌跡 4 0 1 相較於圖 4 A 和圖 4 B 中的軌跡更集中，及離子轟擊基板的離子濃度相對增加了，及因此接近基板邊緣的腐蝕速率也相對增加了。透過減小或增加靠近基板 1 1 7 的邊緣的離子軌跡 4 0 1 的焦點，與從邊緣徑向向內放置的基板的其餘部分相比，可將蝕刻速率調整為分別在邊緣處更慢或更快。

【0054】 除了增加或減小離子轟擊接近基板邊緣的基板表面的焦點之外，調整電漿鞘的曲率改變了在其材料層中蝕刻的開口的方向性。例如，在圖 4 A 中，撞擊接近基板邊緣的基板表面的離子的軌跡 4 0 1 基本垂直於基板邊緣，且由此形成的開口（未示出）將基本垂直於基板表面。在圖 4 B 和圖 4 C 中，離子的軌跡 4 0 1 分別遠離或朝向基板 1 1 7 的中心成角度，且由此形成的開口將相應地成角度。因此，可透過邊緣環偏壓功率來調整經蝕刻開口的角度，以補償其

他腔室組件導致特徵在基板邊緣傾斜的影響，如由於電漿源或偏置導致的不均勻電漿分佈或邊緣環在基板支撐件的有效生產壽命期間變薄。

【0055】 圖 4 D 和圖 4 E 示意性地示出了邊緣環溫度對基板邊緣上方和附近的中性反應物質濃度的影響。此處，圖 4 D 中的邊緣環 1 2 3 保持在比圖 4 E 中的邊緣環 1 2 3 更低的溫度。從基板邊緣的位置到從基板邊緣徑向向內設置的位置的蝕刻速率分佈和聚合物沉積分佈分別由箭頭 4 0 5 和箭頭 4 0 7 示意性地表示。當邊緣環溫度相對低時（圖 4 D），更多的聚合物質 4 0 3 傾向於沉積在邊緣環 1 2 3 上，導致邊緣環 1 2 3 上方和基板邊緣附近的聚合物質濃度降低。因此，相對較少的聚合物沉積在基板邊緣上，這導致邊緣快 (e d g e - h i g h) 蝕刻速率分佈；即，與從基板邊緣徑向向內設置的區域相比，在基板邊緣處的蝕刻速率增加。另一方面，當邊緣環溫度相對較高時（圖 4 E），較少的聚合物沉積將發生在邊緣環 1 2 3 上，且在基板邊緣附近存在較高的聚合物質濃度。因此，相對更多的聚合物沉積在基板邊緣上，這導致邊緣慢 (e d g e - s l o w) 的蝕刻速率分佈；即，與從基板邊緣徑向向內設置的區域相比，在基板邊緣處的蝕刻速率降低。

【0056】 在其他實施例中，施加在邊緣環上的高偏壓功率可部分地用作升高的邊緣環溫度，以減少聚合物在邊緣環上的沉積，從而增加基板邊緣上方的聚合物質濃度。在其他實施例中，施加在邊緣環上的偏壓功率可以是調節旋

鈕，以增加或減小基板邊緣附近的處理對邊緣環溫度的敏感性。

【0057】 圖 5 A 和圖 5 B 是根據一些實施例的基板支撐組件的一部分的示意性橫截面視圖，此基板支撐組件的一部分可與本文所述的其他實施例的基板支撐組件中的一者或組合相結合。在圖 5 A 中，基板支撐組件 500 a 可以是圖 1 至圖 4 中所示或在其描述中闡明的任何一個基板支撐組件，且還包括由介電材料製成之經設置在邊緣環 123 上的電絕緣體環 502，此介電材料如石英或金屬氧化物陶瓷。通常，電絕緣體環 502 的面向電漿的表面的蝕刻速率將低於邊緣環 123 的面向電漿的表面的蝕刻速率（當未在其上設置電絕緣體環 502 時），因此將理想地延長基板支撐組件 500 a 的基板處理壽命。在其他實施例中，出於缺陷控制的目的，電絕緣體環 502 由在腔室中不太可能產生顆粒的材料形成。

【0058】 圖 5 B 是根據另一實施例的基板支撐組件的一部分的示意性橫截面視圖，此基板支撐組件的一部分可在圖 1 中描述的處理腔室中使用。在圖 5 B 中，基板支撐組件 500 b 可以是圖 1 至圖 3 中示出和描述的基板支撐組件的特徵中的任何一者或包含特徵的任何組合。在此，邊緣環 123 在基板的面向電漿的表面的平面上方延伸高度 H；即，邊緣環 123 的面向電漿的表面比基板 117 的面向電漿的表面高。通常，若處理條件和偏壓條件相同，則設置在邊緣環上方的鞘的厚度將相同。假設圖 4 A 中所示的處理條件和偏壓條

件，將邊緣環 1 2 3 的面向電漿的表面延伸到基板 1 1 7 的面向電漿的表面的平面上方之步驟亦還將鞘向上推動以產生類似於圖 4 B 中之電漿輪廓的電漿輪廓。因此，將邊緣環 1 2 3 的面向電漿的表面延伸到基板 1 1 7 的面向電漿的表面的平面上方之步驟將允許以相對減小的邊緣環偏壓功率（與共面偏壓環和基板表面配置相比時）形成圖 4 B 的電漿輪廓。在其他實施例中，邊緣環 1 2 3 將從基板表面的平面凹進，且對於圖 4 A 中所述的相同處理條件，所得的電漿輪廓將更類似於圖 4 C 的電漿輪廓。

【0059】 圖 6 A 至圖 6 B 的圖表 6 0 0 a - b 分別示出了接近使用本文所述方法的實施例處理過的基板的邊緣的正規化臨界尺寸 (C D) 收縮的比較量測。圖 7 A 至圖 7 B 的圖表 7 0 0 a - b 分別示出了接近使用分別在圖 6 A 至圖 6 B 中闡述的相同處理條件處理過的基板的邊緣的正規化蝕刻速率的比較量測。

【0060】 C D 收縮使得能夠對在基板的表面中的開口進行圖案化，其中開口的尺寸小於經設置在其上方的光阻層的微影定義尺寸。通常，光阻層形成在經設置在待處理基板的待蝕刻表面上的多層遮罩上。透過形成包括蝕刻劑和聚合氣體的處理氣體的電漿且將其上形成有多層遮罩和光阻層的基板暴露於電漿來形成光阻層和多層遮罩中的開口。聚合氣體在被蝕刻到多層堆疊中的開口的側壁上形成聚合的鈍化層，以減小在其中形成的被蝕刻特徵的 C D。因此，與在光阻層中經圖案化的微影定義尺寸相比，在基板的表

面中形成的開口的尺寸減小且因此收縮。通常，由於聚合物質在較冷的表面上之較高的黏附係數及因此的吸收性，聚合的鈍化層在較冷的表面上比在較熱的表面上形成更快。

【0061】 在圖 6 A 至圖 6 B 和圖 7 A 至圖 7 B 中，透過形成蝕刻劑氣體和聚合氣體的電漿、偏壓基板並將基板暴露於電漿來處理每個基板。在此，蝕刻劑和聚合氣體包括流速為 100 sccm 的 CHF_3 、流速為 50 sccm 的 CF_4 、流速為 100 sccm 的 N_2 ，及流速為 100 sccm 的 Ar。使用基板表面區域的 0.14 W/cm^2 的偏壓功率偏壓基板，及邊緣環偏壓在約 10 W 和約 60 W 之間變化。每個經處理的基板的半徑為 150 mm。在距基板中心約 105 mm 至約 145 mm 之間的複數個徑向位置處量測圖 6 A 至圖 6 B 中所示的 CD 收縮率。在距基板中心約 100 mm 至約 150 mm 之間的複數個徑向位置處量測圖 7 A 至圖 7 B 所示的蝕刻率實例。

【0062】 在圖 6 A 中，使用比圖 6 B 中施加至邊緣環的偏置電壓低的偏置電壓來偏壓邊緣環。分別在圖 6 A 和圖 6 B 中，使用邊緣環對基板 601 a - b、基板 602 a - b 和基板 603 a - b 進行處理，此些邊緣環相對於其上設置有基板的基板支撐件的溫度保持在三個不同的溫度。對於基板 601 a 及基板 601 b，將邊緣環的溫度保持在比基板支撐件的溫度低約 30°C 的溫度，以提供其之間 $\Delta - 30^\circ\text{C}$ 的溫差。對於基板 602 a 及基板 602 b，將邊緣環的溫度保持在比基板支撐件的溫度高約 40°C 的溫度，以提供其之間 $\Delta + 40^\circ\text{C}$ 的溫差。對於基

板 6 0 3 a 及基板 6 0 3 b，將邊緣環溫度維持在與基板支撐件大致相同的溫度，以提供其之間 $\Delta 0^{\circ}\text{C}$ 的溫差。

【0063】 在圖 6 A 和圖 6 B 兩者中，降低邊緣環相對於基板 6 0 1 a 與基板 6 0 1 b 的溫度之步驟降低了基板邊緣處的 C D 收縮（與在從基板邊緣徑向向內設置的位置處量測的 C D 收縮相比）。在圖 6 A 和圖 6 B 兩者中，增加邊緣環相對於基板 6 0 2 a 與基板 6 0 2 b 的溫度之步驟增加了基板邊緣處的 C D 收縮（與在從基板邊緣徑向向內設置的位置處量測的 C D 收縮相比）。如圖 6 A 和 6 B 所示，調節邊緣環溫度是調節基板邊緣處的 C D 輪廓的有效調節旋鈕。

【0064】 值得注意的是，與使用較高的邊緣環偏置電壓來偏壓邊緣環（如圖 6 B 所示）相比，使用較低的偏置電壓來偏壓邊緣環時（如圖 6 A 所示），改變邊緣環溫度的影響在減少和增加基板邊緣處的 C D 收縮方面具有更明顯的效果。這表明邊緣環的受控偏壓可透過控制在其上方形成的電漿鞘的厚度來擴大或減小邊緣環的溫度轉向效果。

【0065】 圖 7 A 至圖 7 B 示出了接近於使用本文闡述的方法的實施例處理的基板的邊緣之蝕刻速率的實例的比較量測結果。在圖 7 A 中，使用比圖 7 B 中施加至邊緣環的偏置電壓低的偏置電壓來偏壓邊緣環。此處，使用分別針對圖 6 A 和圖 6 B 的基板 6 0 1 a - b、基板 6 0 2 a - b 和基板 6 0 3 a - b 所闡述的相同處理條件來處理基板 7 0 1 a - b、基板 7 0 2 a - b 和基板 7 0 3 a - b。對於基板 7 0 1 a 及基板 7 0 1 b，將邊緣環的溫度保持在比基板支撐件的溫度低大約 30°C 的溫度，以提供其之

間 $\Delta - 30^{\circ}\text{C}$ 的溫差。對於基板 702a 及基板 702b，將邊緣環的溫度維持在比基板支撐件的溫度高約 40°C ，以提供其之間 $\Delta + 40^{\circ}\text{C}$ 的溫差。對於基板 703a 及基板 703b，將邊緣環溫度維持在與基板支撐件大約相同的溫度，以提供其之間 $\Delta 0^{\circ}\text{C}$ 的溫差。

【0066】 在圖 7A 和圖 7B 兩者中，相對於基板 601a 及基板 601b 的溫度降低邊緣環的溫度之步驟通常增加了在基板邊緣測得的蝕刻速率（與從基板邊緣徑向向內量測的蝕刻速率相比）。在圖 7A 和圖 7B 兩者中，相對於基板 702a 及基板 702b 的溫度增加邊緣環的溫度之步驟通常減少了在基板邊緣測得的蝕刻速率（與從基板邊緣徑向向內量測的蝕刻速率相比）。

【0067】 類似於圖 6A 和圖 6B 中所示的 CD 收縮量測，與使用較高的邊緣環偏置電壓偏壓邊緣環（如圖 7B 所示）相比下，使用相對較低的偏置電壓偏壓邊緣環（如圖 7A 所示）時，改變邊緣環溫度的效果在減小和增加朝向基板邊緣的蝕刻速率都更加明顯。這再次表明，透過控制在其上方形成的電漿鞘的厚度，邊緣環的受控偏壓可擴大或減小邊緣環的溫度轉向效果。

【0068】 圖 8 是闡述使用根據本文所述實施例所配置的基板支撐組件來處理基板的方法 800 的流程圖。在活動 801 處，方法包括以下步驟：將基板放置在基板支撐組件上，基板支撐組件經設置在處理腔室的處理容積中，此處理腔室如圖 1 中所述的處理腔室。此處，基板支撐組件具有第一

底板和第二底板，第二底板圍繞第一底板。第一底板和第二底板中的每一者包括分別經設置在其中的一或更多個第一通道和第二通道。基板支撐組件進一步包括：基板支撐件，其經設置在第一底板上並與第一底板熱耦合；及偏壓環，其經設置在第二底板上並與第二底板熱耦合。此處，基板支撐件和偏壓環均由介電材料形成。偏壓環進一步包括經嵌入偏壓環的介電材料中的邊緣環偏置電極和經設置在偏壓環上的邊緣環。

【0069】 在活動 8 0 2 處和活動 8 0 3 處，方法 8 0 0 包括以下步驟：分別將基板加熱到第一溫度和將圍繞基板的邊緣環加熱到第二溫度。通常，使用經設置在基板支撐件和第一底板之間或經嵌入在基板支撐件的介電材料中的第一加熱器來將基板支撐件及由此設置在其上的基板加熱到第一溫度。使用經設置在偏壓環和第二底板之間或經嵌入在偏壓環的介電材料中的第二加熱器來將偏壓環及由此設置在其上的邊緣環加熱到第二溫度。在一些實施例中，方法 8 0 0 進一步包括以下步驟：將基板保持在期望溫度或期望溫度範圍內，及將邊緣環保持在期望溫度或期望溫度範圍內。此處，彼此獨立地控制邊緣環的溫度和基板支撐件的溫度。控制邊緣環的溫度使得能夠調整在電漿中接近邊緣環並靠近基板邊緣的聚合物質的濃度，從而調整處理輪廓。

【0070】 在活動 8 0 4 處和活動 8 0 5 處，方法 8 0 0 分別包括以下步驟：使處理氣體流入處理腔室的處理容積中，及點燃和維持處理氣體的電漿。

【0071】 在活動806處和活動807處，方法800分別包括以下步驟：使用第一偏置電壓來偏壓基板及使用第二偏置電壓來偏壓邊緣環。此處，偏壓基板之步驟包括以下步驟：將第一偏置電壓施加於第一底板、經嵌入在基板支撐件的介電材料中的吸附電極，或經嵌入在基板支撐件的介電材料中的偏置電極中的一者。偏壓邊緣環之步驟包括以下步驟：將第二偏置電壓施加到經嵌入在偏壓環的介電材料中的邊緣環偏置電極。

【0072】 在活動808處，方法800包括以下步驟：決定第一偏置電壓和第二偏置電壓的比率。在活動809處，方法800包括以下步驟：調節第二偏置電壓以實現靶電壓比率。在一些實施例中，將第一偏置電壓保持在恆定電壓，而第二偏置電壓經調節以實現靶電壓比率。

【0073】 本文所述的方法有益地允許精細控制和調整經設置在被處理的基板的邊緣上方和附近的區域中的電漿特性。電漿特性的精細控制和調整允許對基板邊緣處的處理結果輪廓進行精細控制和調整。本文中實施例的益處進一步包括消除或基本上減少基板到基板的處理變化；否則，在處理腔室已閒置後因沒有溫度控制，邊緣環的溫度會穩定升高，例如第一晶圓效應。

【0074】 儘管前述內容針對本申請案的實施例，但在不脫離本申請案的基本範疇的情況下，可設計本申請案的其他和進一步的實施例；本申請案的範疇由所附申請專利範圍確定。

【符號說明】

【0075】

1 0 0 : 處 理 腔 室

1 0 1 : 腔 室 主 體

1 0 2 : 腔 室 蓋

1 0 3 : 側 壁

1 0 4 : 腔 室 基 座

1 0 5 : 處 理 容 積

1 0 6 : 處 理 氣 體 源

1 0 7 : 電 漿 產 生 器

1 0 8 : 電 漿

1 0 9 : 感 應 線 圈

1 1 0 : R F 電 源

1 1 1 : 系 統 控 制 器

1 1 2 : C P U

1 1 3 : 記 憶 體

1 1 4 : 支 持 電 路

1 1 5 : 基 板 支 撐 組 件

1 1 6 : 支 撐 軸

1 1 7 : 基 板

1 1 8 : 升 舉 銷

1 1 9 : 基 板 支 撐 件

1 2 0 : 第 一 底 板

1 2 1 : 第 二 底 板

1 2 2 : 偏 壓 環
1 2 3 : 邊 緣 環
1 2 4 : 導 熱 材 料
1 2 5 a : 第 一 保 護 環
1 2 5 b : 第 二 保 護 環
1 2 6 : 吸 附 電 極
1 2 7 : 吸 附 電 源
1 2 8 : 第 一 加 熱 元 件
1 2 9 : 第 一 冷 卻 通 道
1 3 0 : 第 二 加 熱 元 件
1 3 1 : 第 二 冷 卻 通 道
1 3 2 : 第 一 絕 緣 體 環
1 3 3 : 第 二 絕 緣 體 環
1 3 4 : 偏 置 電 源
1 3 5 : 熱 電 偶
1 3 6 : 邊 緣 環 偏 置 電 極
1 3 7 : 調 諧 電 路
1 3 8 a - c : 電 漿 鞘
1 4 0 : 第 二 偏 置 電 源
1 4 1 : D C 電 源
2 0 0 a : 基 板 支 撐 組 件
2 0 0 b : 基 板 支 撐 組 件
2 0 0 c : 基 板 支 撐 組 件
2 0 1 : 第 一 加 熱 板

2 0 2 : 第 二 加 熱 板

2 0 3 : 第 一 電 絕 緣 板

2 0 4 : 第 二 電 絕 緣 板

2 0 5 : 設 備 板

3 0 0 a : 基 板 支 撐 組 件

3 0 0 b : 基 板 支 撐 組 件

3 0 1 : 底 板

3 0 2 : 冷 卻 通 道

3 0 3 : 絕 緣 體 環

3 0 4 : 電 絕 緣 板

4 0 1 : 離 子 軌 跡

4 0 3 : 聚 合 物 質

4 0 5 : 箭 頭

4 0 7 : 箭 頭

5 0 0 a : 基 板 支 撐 組 件

5 0 0 b : 基 板 支 撐 組 件

5 0 2 : 絕 緣 體 環

6 0 0 a - b : 圖 表

6 0 1 a - b : 基 板

6 0 2 a - b : 基 板

6 0 3 a - b : 基 板

7 0 1 a - b : 基 板

7 0 2 a - b : 基 板

7 0 3 a - b : 基 板

8 0 0 : 方 法

8 0 1 : 活 動

8 0 2 : 活 動

8 0 3 : 活 動

8 0 4 : 活 動

8 0 5 : 活 動

8 0 6 : 活 動

8 0 7 : 活 動

8 0 8 : 活 動

8 0 9 : 活 動

【生物材料寄存】

國 內 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

國 外 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 國 家 、 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種基板支撐組件，包括：

一第一底板，該第一底板具有經設置在其中的一或更多個第一冷卻通道；

一第二底板，該第二底板圍繞該第一底板，該第二底板具有經設置在其中的一或更多個第二冷卻通道；

一基板支撐件，該基板支撐件經設置在該第一底板上並與該第一底板熱耦合；

一偏壓環，該偏壓環經設置在該第二底板上並與該第二底板熱耦合，其中該偏壓環由一介電材料形成；

一邊緣環偏置電極，該邊緣環偏置電極經嵌入該偏壓環的該介電材料中；以及

一邊緣環，該邊緣環係設置在該偏壓環上並且設置在該基板支撐件之一外緣部分上。

【請求項2】 如請求項1所述的基板支撐組件，其中該邊緣環透過介於其間的一導熱材料熱耦合至該偏壓環。

【請求項3】 如請求項1所述的基板支撐組件，其中該第二底板透過介於其間的一第一絕緣體環與該第一底板熱絕緣。

【請求項4】 如請求項3所述的基板支撐組件，其中該偏壓環透過介於其間的一第二絕緣體環與該基板支撐件熱絕緣。

【請求項5】 如請求項1所述的基板支撐組件，進一步包括用於加熱該基板支撐件的一第一加熱器和用於加熱該

邊緣環的一第二加熱器。

【請求項6】 如請求項5所述的基板支撐組件，其中該第二加熱器經設置在該偏壓環與該第二底板之間。

【請求項7】 如請求項5所述的基板支撐組件，其中該第二加熱器經嵌入在該偏壓環的該介電材料中。

【請求項8】 一種處理一基板的方法，包括以下步驟：

將一基板支撐組件的一基板支撐件加熱至一第一溫度；

將圍繞該基板支撐件的一邊緣環加熱到一第二溫度；

將該基板定位在該基板支撐件上，其中該基板支撐組件經設置在一處理腔室的一處理容積中，且該基板支撐組件包括：

一第一底板，該第一底板具有經設置在其中的一或更多個第一冷卻通道；

一第二底板，該第二底板圍繞該第一底板，該第二底板具有經設置在其中的一或更多個第二冷卻通道；

該基板支撐件，經設置在該第一底板上並與該第一底板熱耦合；

一偏壓環，該偏壓環經設置在該第二底板上並與該第二底板熱耦合，其中該偏壓環由一介電材料形成；

一邊緣環偏置電極，經嵌入該偏壓環的該介電材料中；以及

一邊緣環，該邊緣環係設置在該偏壓環上並且設置在該基板支撐件之一外緣部分上；

使一處理氣體流入該處理容積中；
點燃並維持該處理氣體的一電漿；
使用一第一偏置電壓偏壓該基板；以及
使用一第二偏置電壓偏壓該邊緣環。

【請求項9】 如請求項8所述的方法，其中該邊緣環透過介於其間的一導熱材料熱耦合至該偏壓環。

【請求項10】 如請求項8所述的方法，其中該第二底板透過介於其間的一第一絕緣體環與該第一底板熱絕緣。

【請求項11】 如請求項10所述的方法，其中該偏壓環透過介於其間的一第二絕緣體環與該基板支撐件熱絕緣。

【請求項12】 如請求項8所述的方法，其中使用一第一加熱器加熱該基板支撐件，且使用一第二加熱器加熱該邊緣環。

【請求項13】 如請求項12所述的方法，其中該第二加熱器經設置在該偏壓環與該第二底板之間。

【請求項14】 如請求項12所述的方法，其中該第二加熱器經嵌入在該偏壓環的該介電材料中。

【請求項15】 一種處理腔室，包括：

一基板支撐組件，該基板支撐組件經設置在該處理腔室的一處理容積中，該基板支撐組件包括：

一第一底板，該第一底板具有經設置在其中的一或更多個第一冷卻通道；

一第二底板，該第二底板圍繞該第一底板，該第二底板具有經設置在其中的一或更多個第二冷卻通道；

一基板支撐件，該基板支撐件經設置在該第一底板上並與該第一底板熱耦合；

一偏壓環，該偏壓環經設置在該第二底板上並與該第二底板熱耦合，其中該偏壓環由一介電材料形成；

一邊緣環偏置電極，該邊緣環偏置電極經嵌入該偏壓環的該介電材料；以及

一邊緣環，該邊緣環係設置在該偏壓環上並且設置在該基板支撐件之一外緣部分上；以及

一種儲存有指令的電腦可讀取媒體，其在一處理器執行該等指令時執行處理一基板的方法，該方法包括以下步驟：

將該基板支撐件加熱到一第一溫度；

將圍繞該基板支撐件的該邊緣環加熱到一第二溫度；

將該基板定位在該基板支撐件上；

使一處理氣體流入該處理容積中；

點燃並維持該處理氣體的一電漿；

使用一第一偏置電壓偏壓該基板；以及

使用一第二偏置電壓偏壓該邊緣環。

【請求項16】如請求項15所述的處理腔室，其中該邊緣環透過介於其間的一導熱材料熱耦合至該偏壓環。

【請求項17】如請求項15所述的處理腔室，其中該第二底板透過介於其間的一第一絕緣體環與該第一底板熱絕緣。

【請求項18】如請求項17所述的處理腔室，其中該偏壓環透過介於其間的一第二絕緣體環與該基板支撐件熱絕緣。

【請求項19】如請求項15所述的處理腔室，其中使用一第一加熱器來加熱該基板支撐件，且使用一第二加熱器來加熱該邊緣環。

【請求項20】如請求項19所述的處理腔室，其中該第二加熱器經設置在該偏壓環與該第二底板之間，或經嵌入在該偏壓環的該介電材料中。

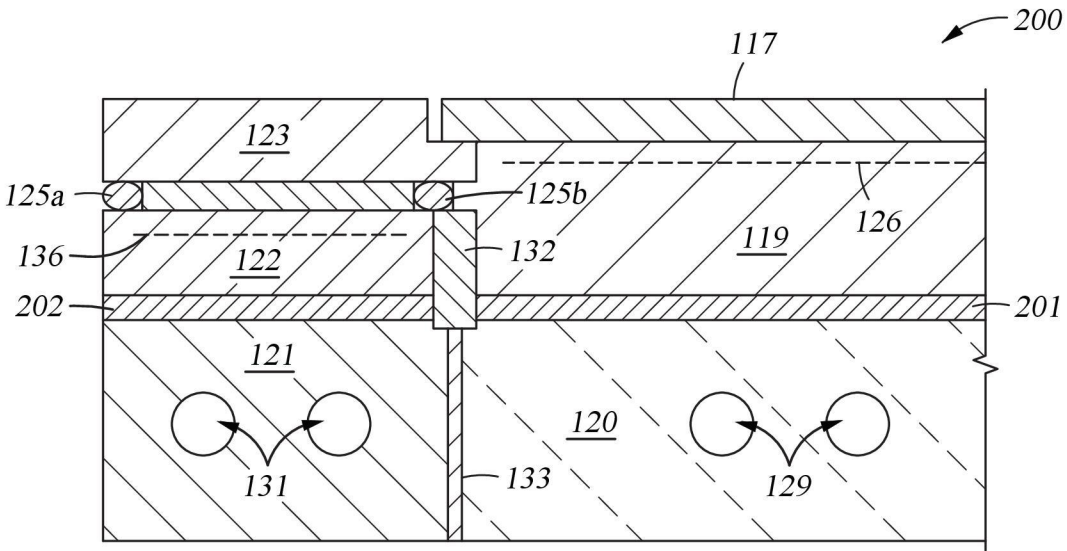


圖 2A

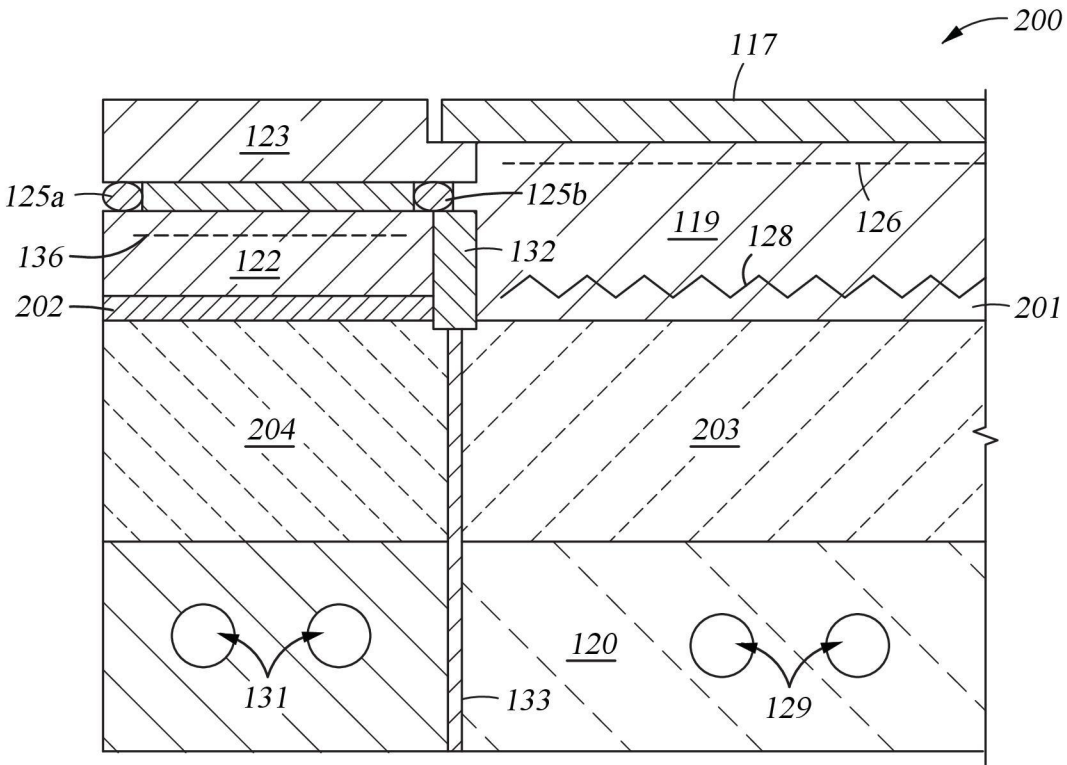


圖 2B

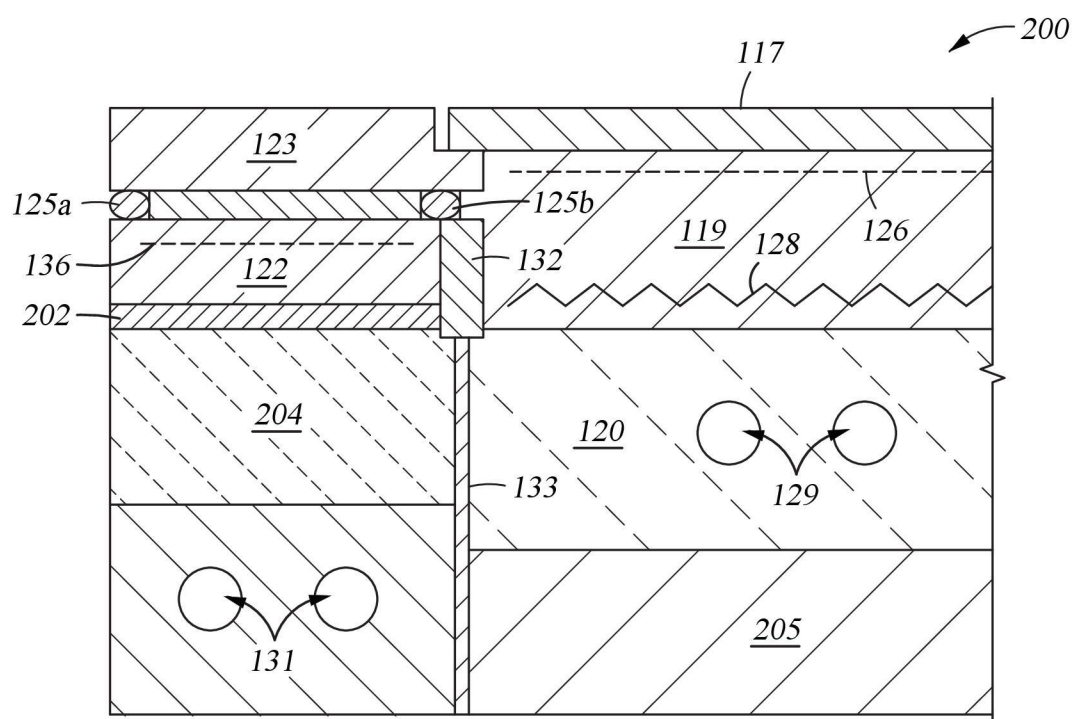


圖 2C

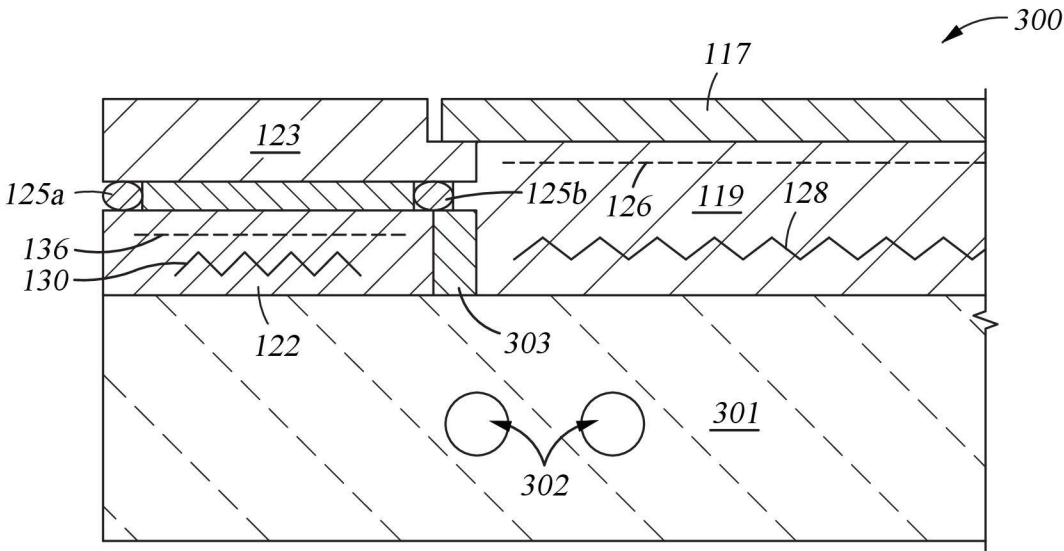


圖 3A

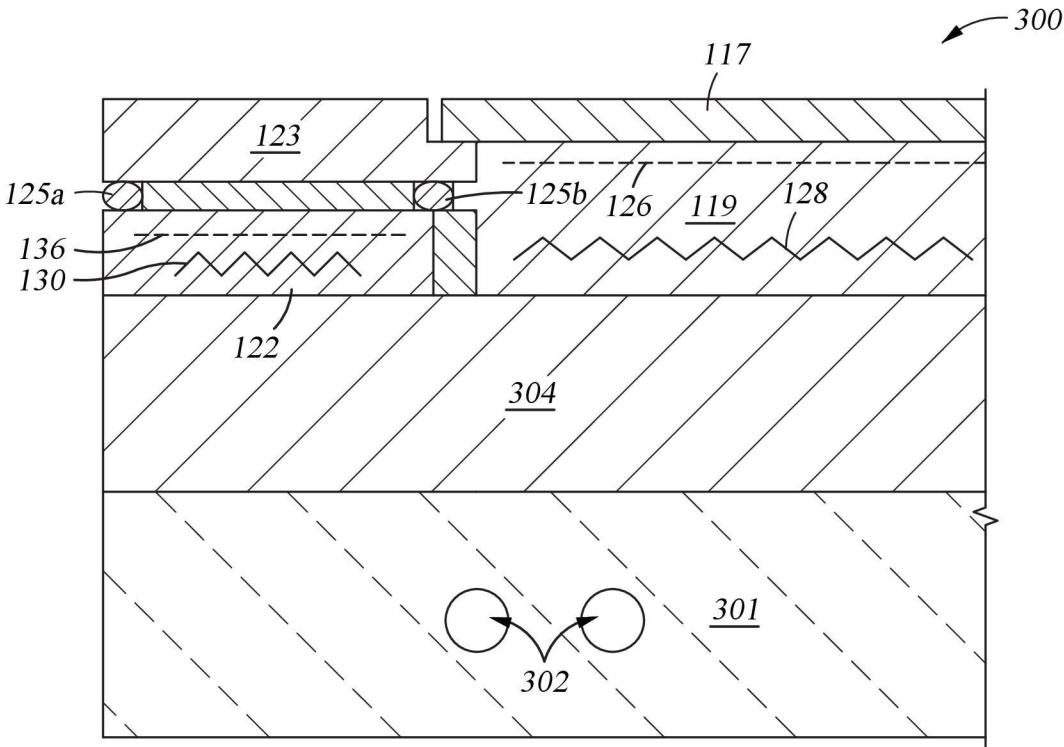


圖 3B

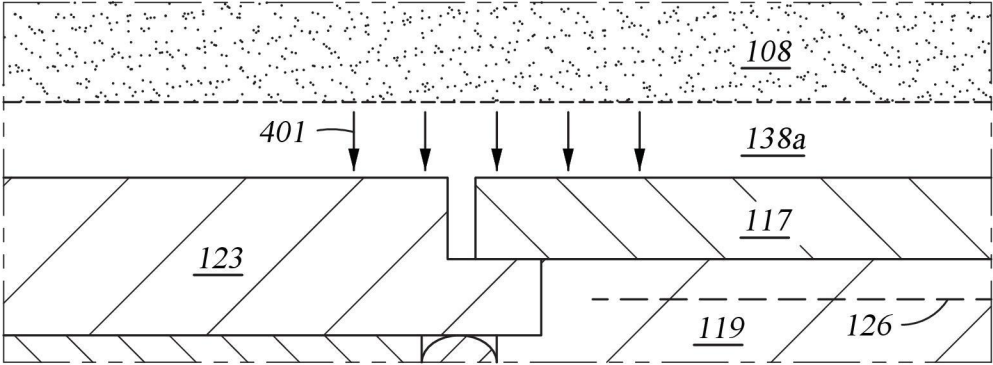


圖 4A

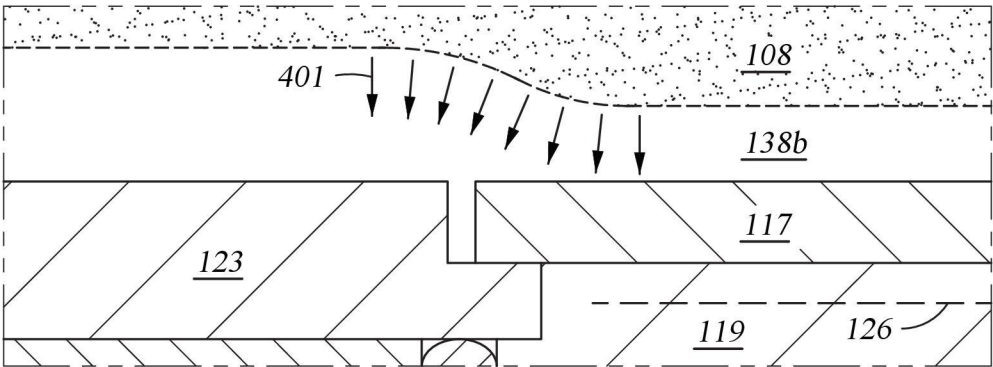


圖 4B

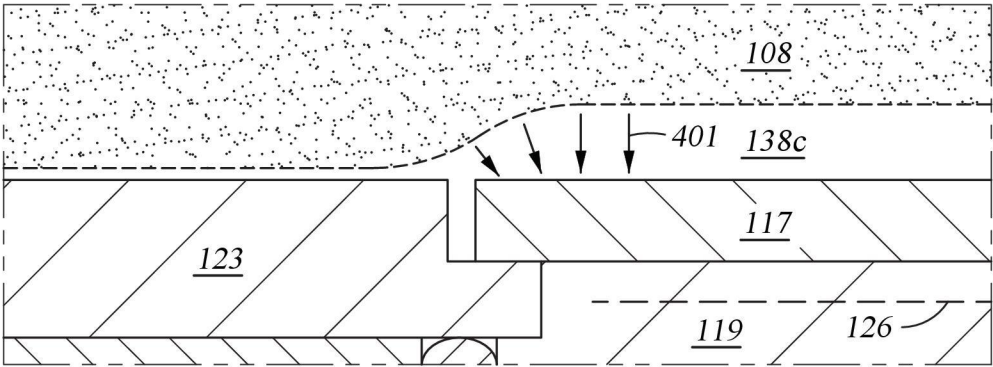


圖 4C

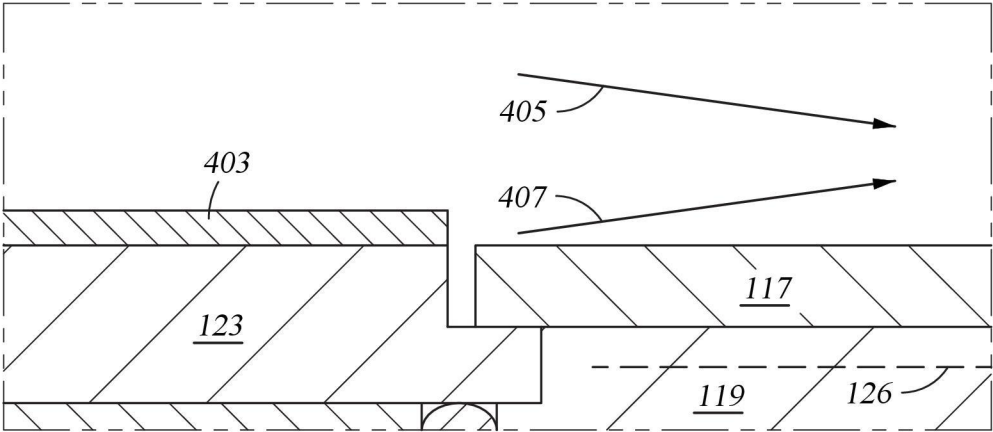


圖 4D

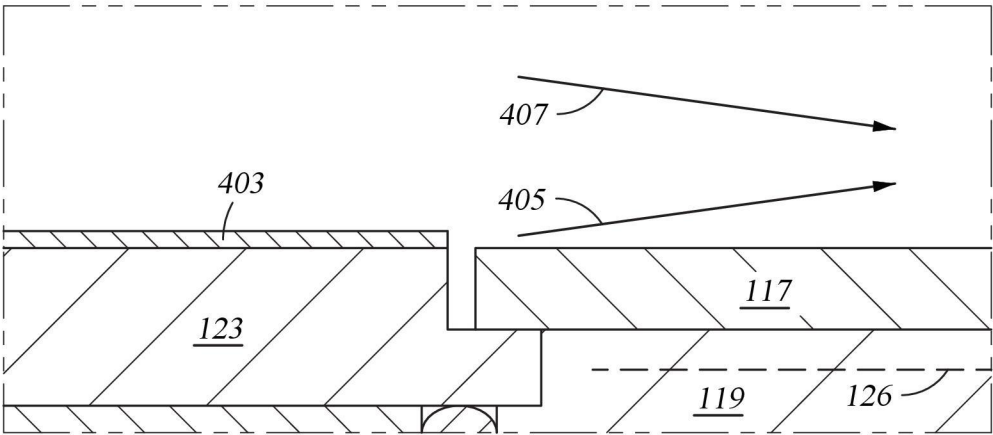


圖 4E

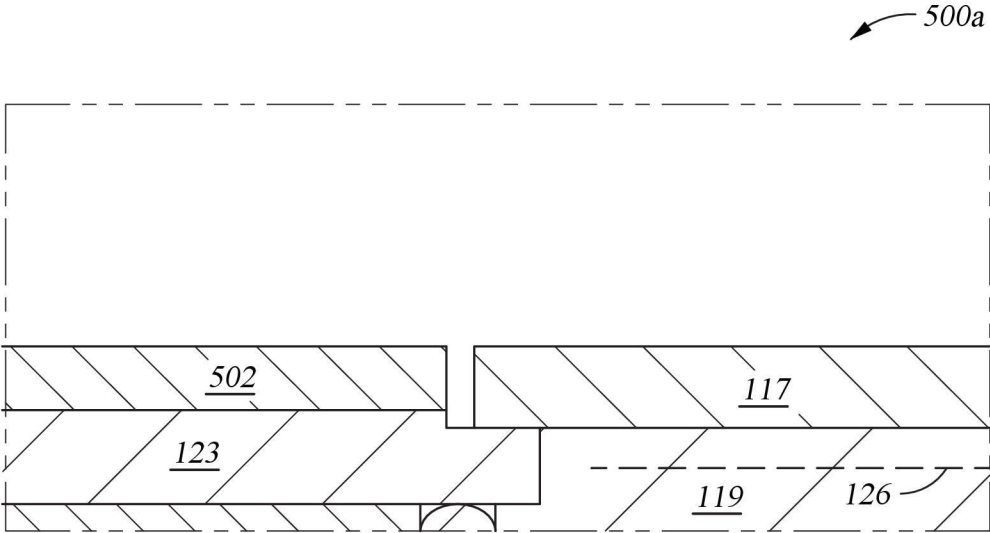


圖 5A 119

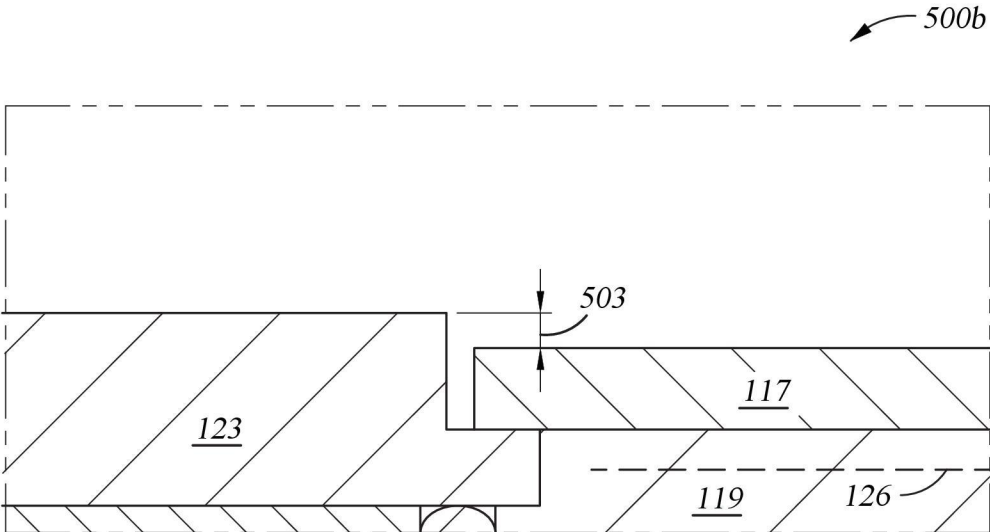


圖 5B

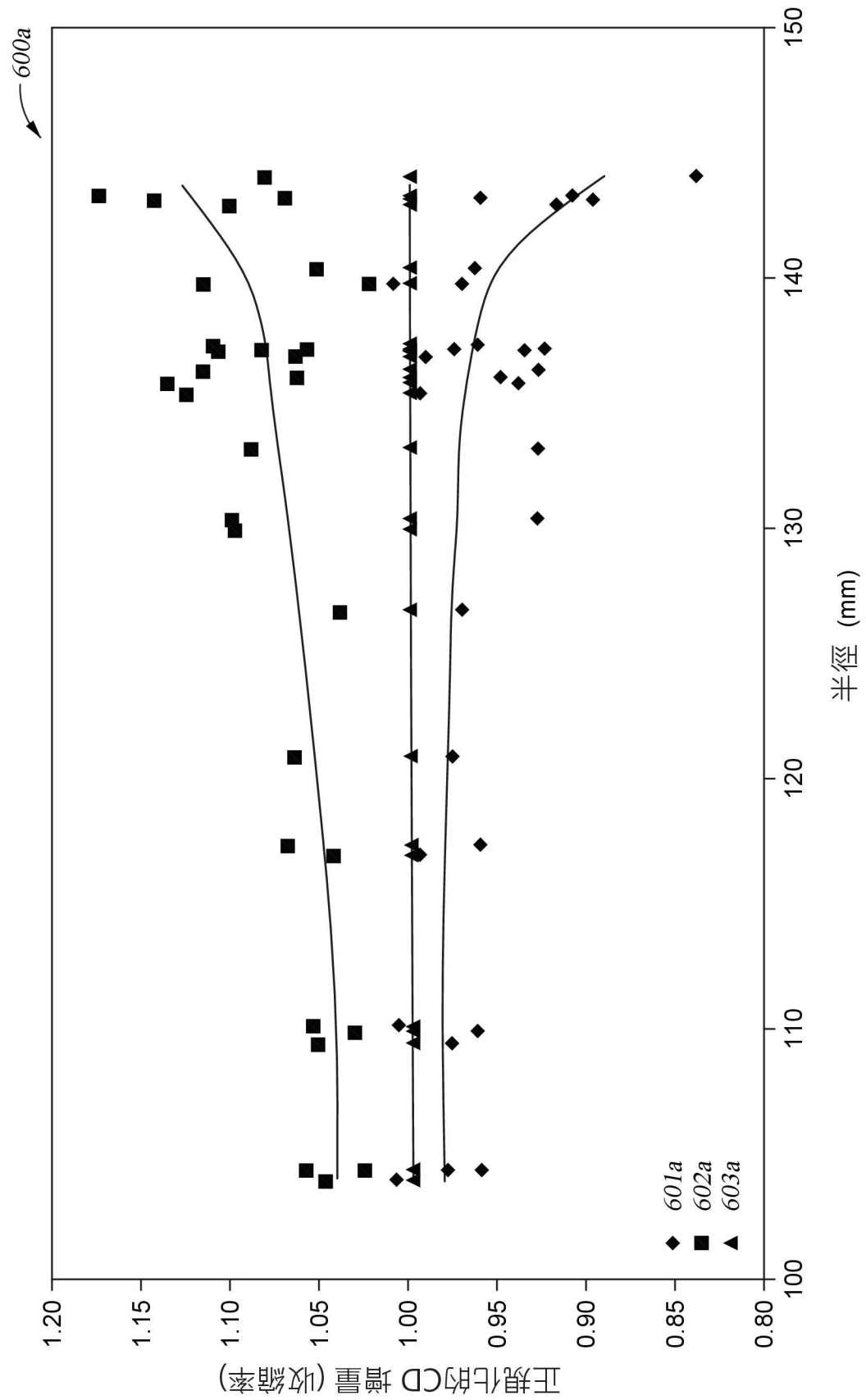


圖 6A

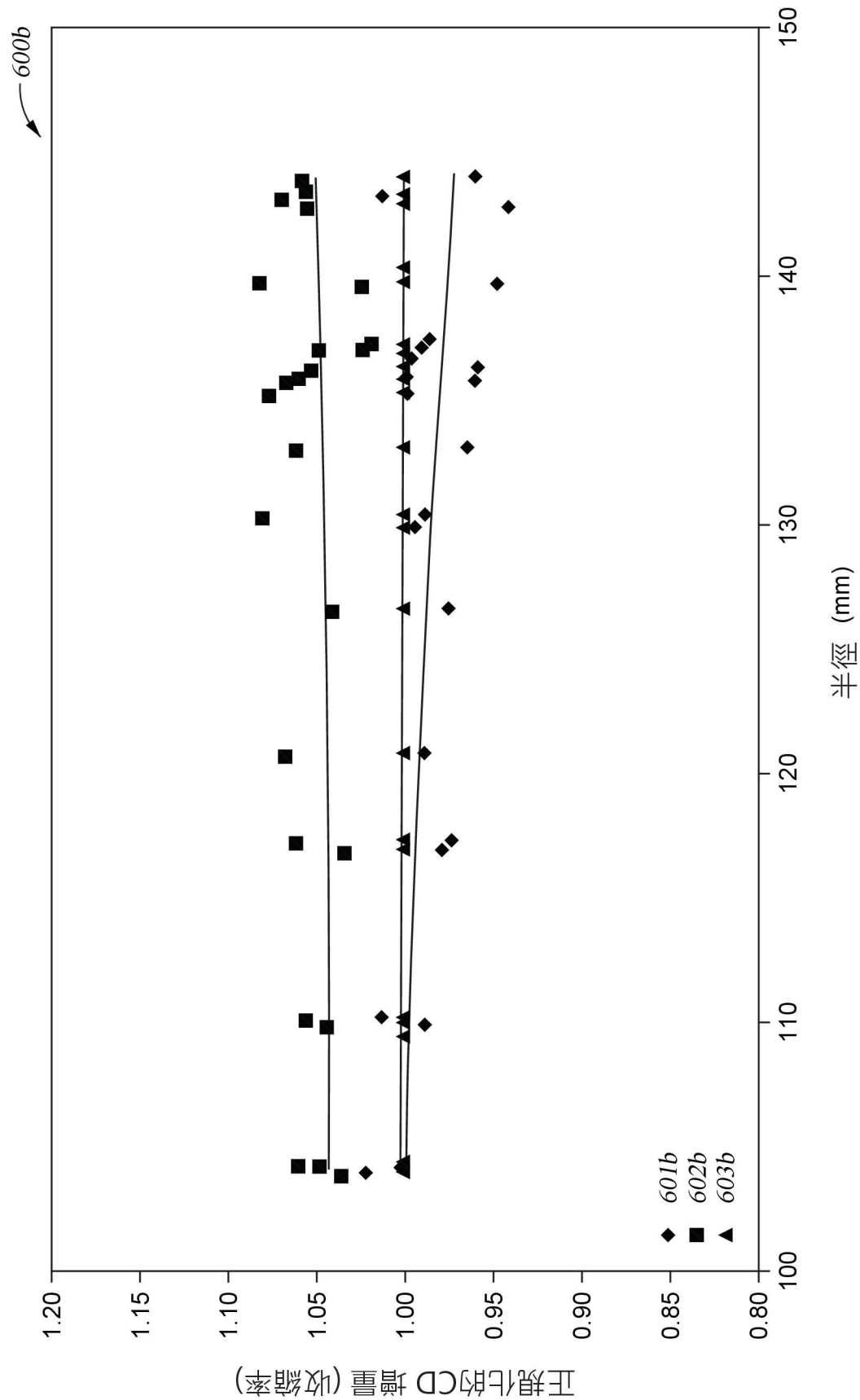


圖 6B

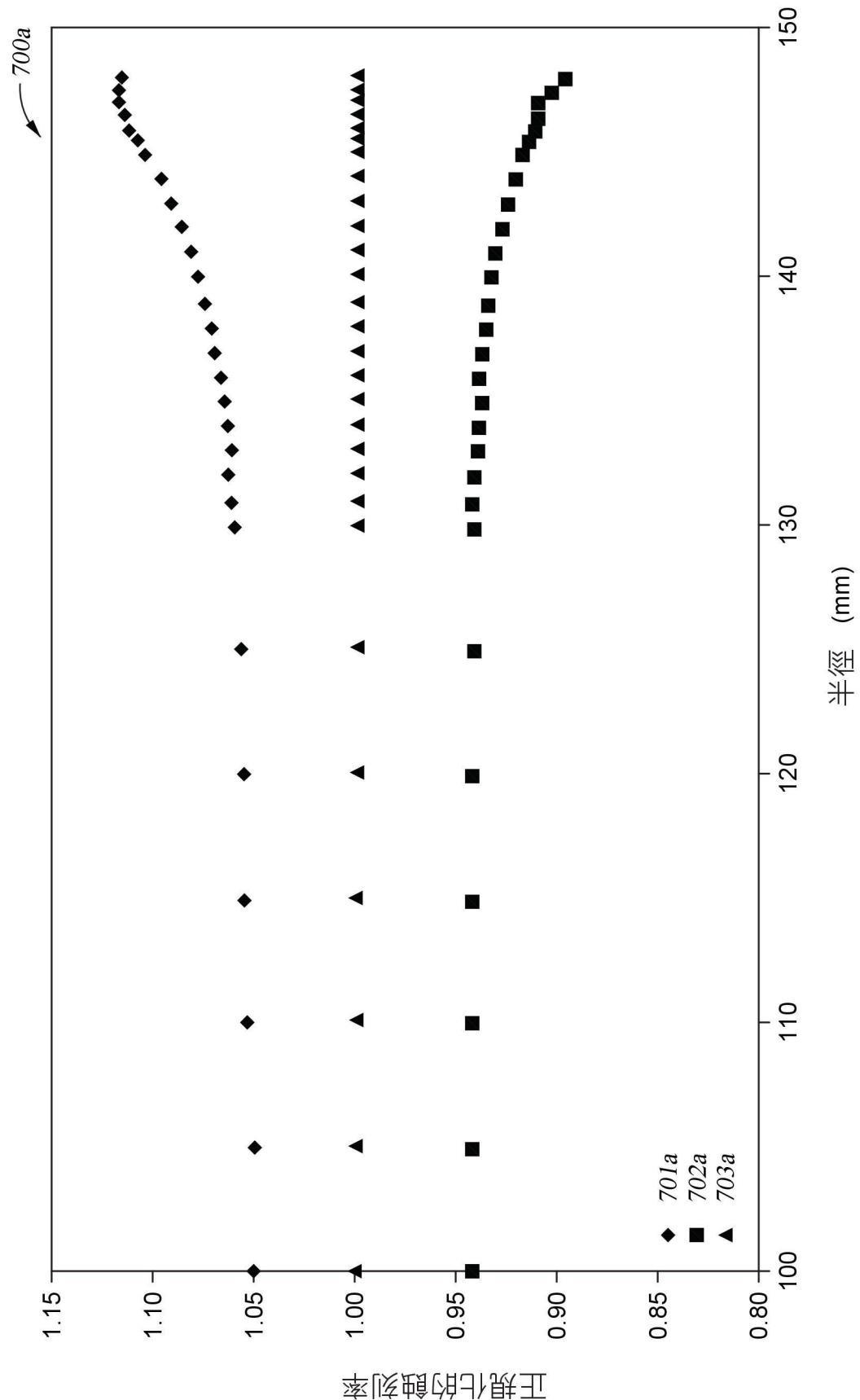


圖 7A

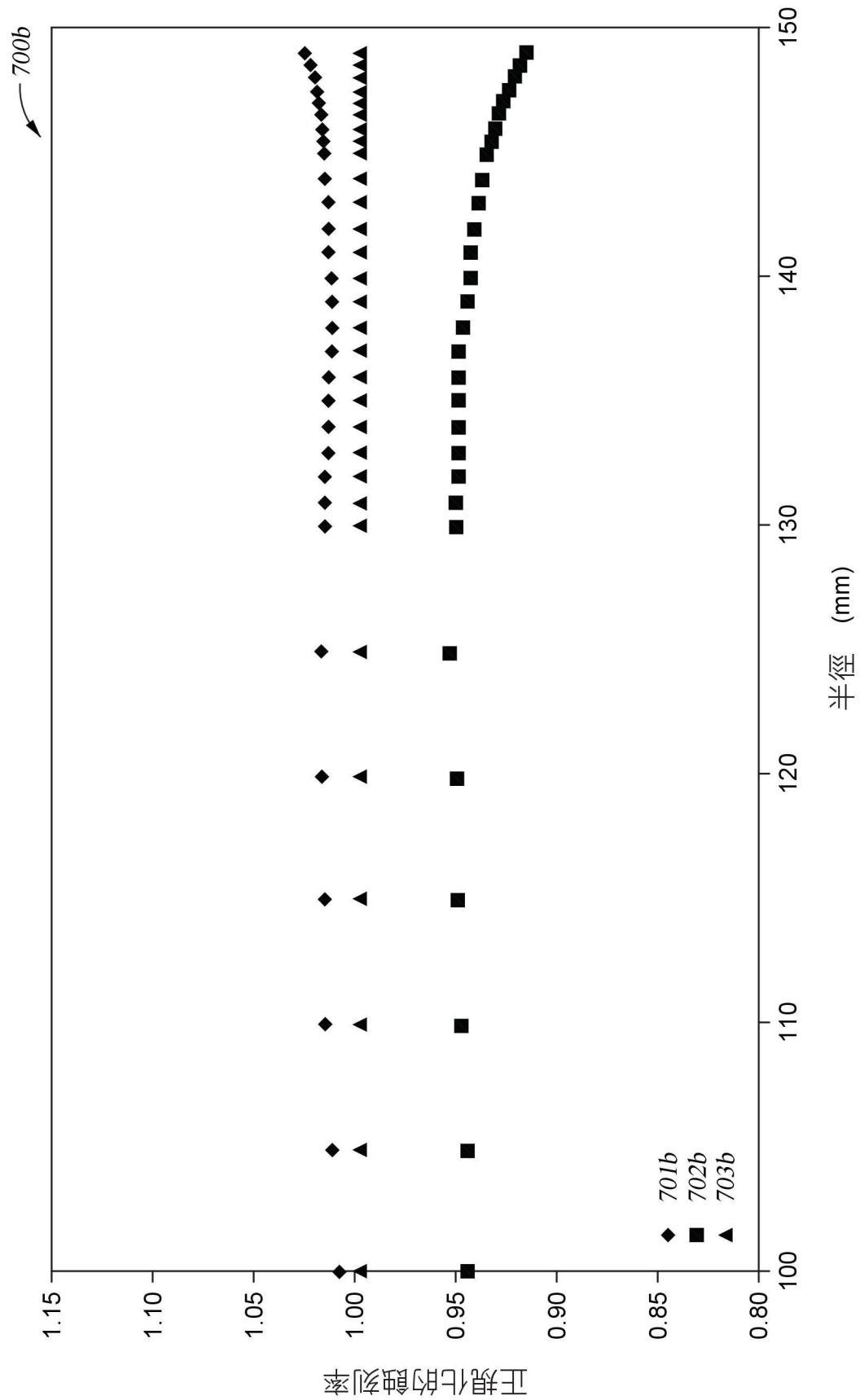


圖 7B

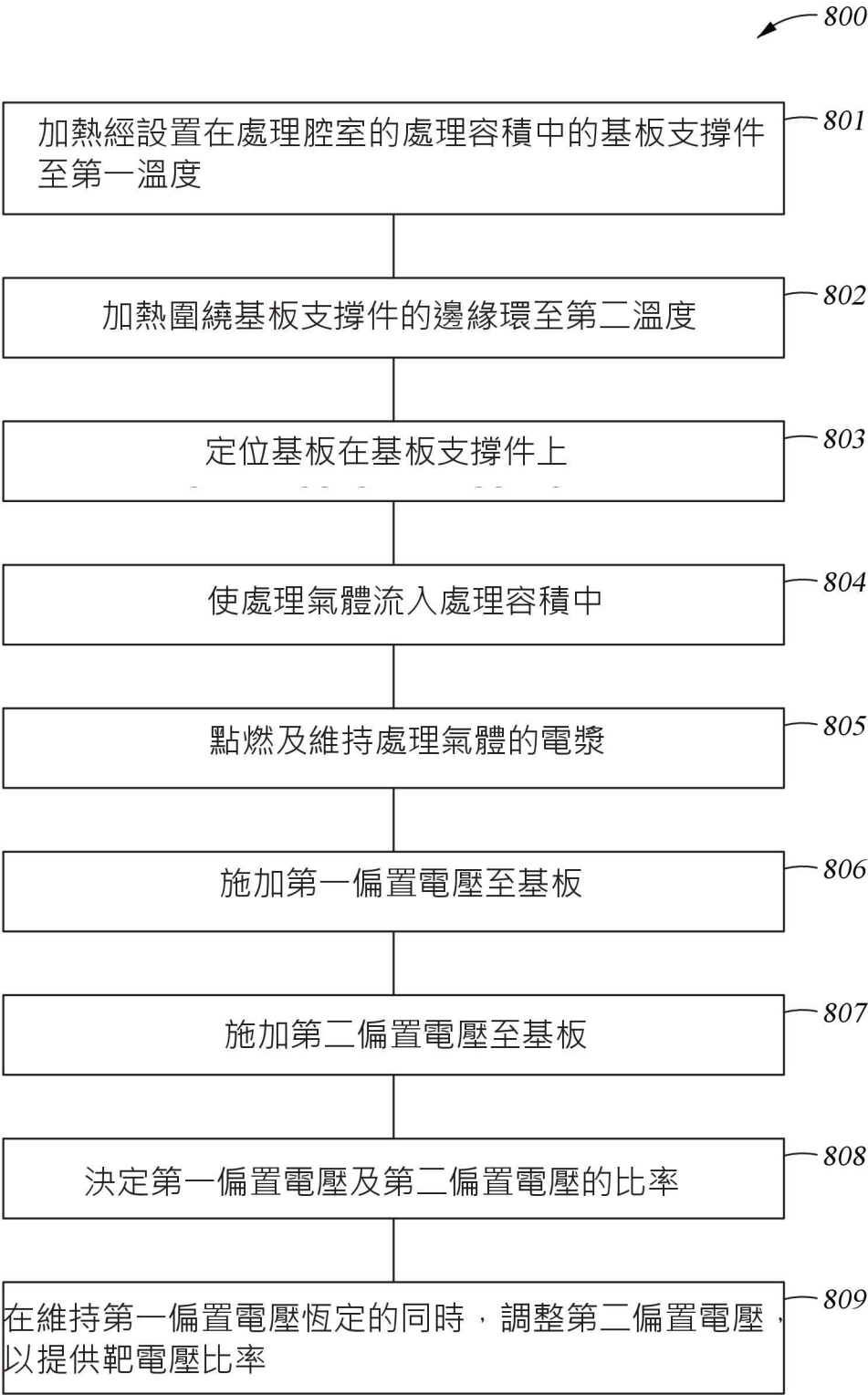


圖 8