



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202341341 A

(43)公開日：中華民國 112 (2023) 年 10 月 16 日

(21)申請案號：111144329

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 21 日

(51)Int. Cl. : H01L21/683 (2006.01)

H01L21/687 (2006.01)

(30)優先權：2021/11/22 美國

63/264,437

(71)申請人：美商蘭姆研究公司(美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)
美國(72)發明人：嘉德瑞什卡 阿南德 CHANDRASHEKAR, ANAND (US)；許 偉峰 KHO,
LEONARD WAI FUNG (HK)；川 山武門 TRAN, SON VO NAM (US)；李 賈理
德 艾哈邁德 LEE, JARED AHMAD (US)；維亞斯 勞爾 VYAS, RAUL (US)；劉
剛 LIU, GANG (CN)；林 賈斯敏 LIN, JASMINE (US)

(74)代理人：許峻榮

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：12 共 46 頁

(54)名稱

用於改善半導體處理操作的邊緣均勻度之邊緣環

(57)摘要

本文係揭露一種具有流導（flow conductance）特徵部之改良式邊緣環。邊緣環之流導特徵部為添加至邊緣環的特徵部，其可調整在邊緣環局部區域中流動之氣體的流導。流導特徵部可以調整流導以補償半導體晶圓上、邊緣環上以及腔室中可能影響局部區域中之氣體流動的特徵部。取決於所需效果，流導可以增加、降低或進行調整。

Improved edge rings with flow conductance features are disclosed. The flow conductance features of the edge ring are features added to the edge ring that adjust the flow conductance of gas flowing in the local area of the edge ring. The flow conductance features can adjust the flow conductance to compensate for features on a semiconductor wafer, the edge ring, and in the chamber that may affect the flow of gas in the local areas. The flow conductance may be increased, reduced, or tuned depending on the desired effect.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100:邊緣環
- 102:半導體晶圓
- 104:內部分
- 106:外部分
- 108:內邊緣
- 110:圓形開口
- 112:環中心軸
- 114:直徑
- 116:連接螺釘
- 118:凹口區段
- 120:凹口
- 122:區段

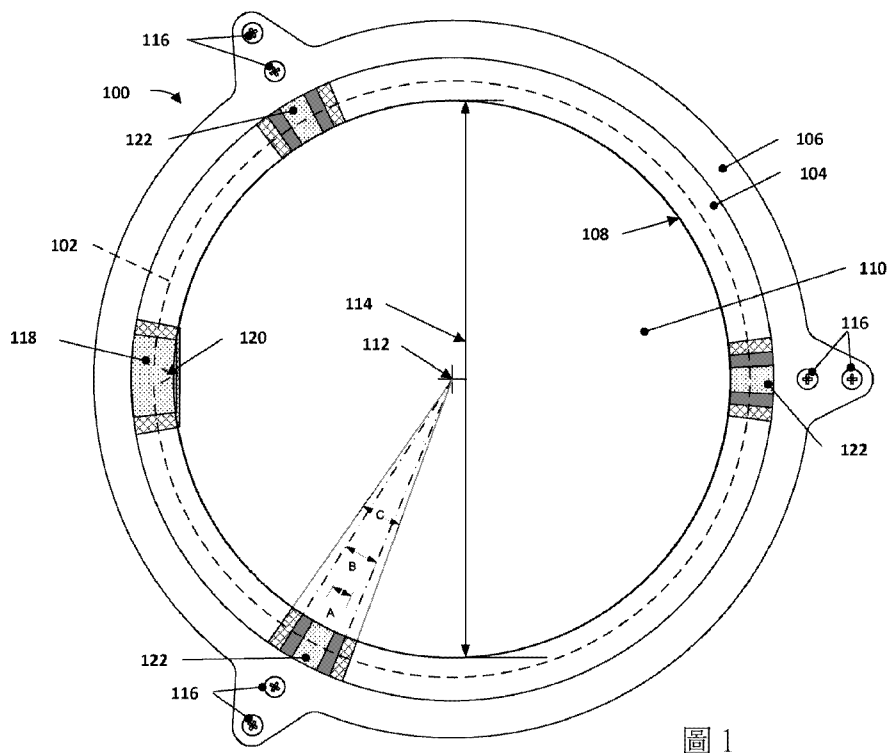


圖 1

【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於改善半導體處理操作的邊緣均勻度之邊緣環

【英文發明名稱】 EDGE RINGS FOR IMPROVED EDGE UNIFORMITY IN SEMICONDUCTOR PROCESSING OPERATIONS

【中文】

本文係揭露一種具有流導（flow conductance）特徵部之改良式邊緣環。邊緣環之流導特徵部為添加至邊緣環的特徵部，其可調整在邊緣環局部區域中流動之氣體的流導。流導特徵部可以調整流導以補償半導體晶圓上、邊緣環上以及腔室中可能影響局部區域中之氣體流動的特徵部。取決於所需效果，流導可以增加、降低或進行調整。

【英文】

Improved edge rings with flow conductance features are disclosed. The flow conductance features of the edge ring are features added to the edge ring that adjust the flow conductance of gas flowing in the local area of the edge ring. The flow conductance features can adjust the flow conductance to compensate for features on a semiconductor wafer, the edge ring, and in the chamber that may affect the flow of gas in the local areas. The flow conductance may be increased, reduced, or tuned depending on the desired effect.

【指定代表圖】 圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

100: 邊緣環

102: 半導體晶圓

104: 內部分

106: 外部分

108: 內邊緣

110: 圓形開口

112: 環中心軸

114: 直徑

116: 連接螺釘

118: 凹口區段

120: 凹口

122: 區段

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於改善半導體處理操作的邊緣均勻度之邊緣環

【英文發明名稱】 EDGE RINGS FOR IMPROVED EDGE UNIFORMITY IN SEMICONDUCTOR PROCESSING OPERATIONS

【技術領域】

【0001】 本文係關於用於改善半導體製程操作之邊緣均勻度的邊緣環。

【先前技術】

【0002】 吾人通常需要在處理操作期間保護半導體晶圓的邊緣以防止在半導體晶圓的邊緣及/或底側上發生不希望的沉積或蝕刻。一種用於提供此類邊緣保護的技術是業內通常稱之為「排除環」或「邊緣環」的技術。典型邊緣環的特點是在環形結構的中間有一個開口，其尺寸略小於要使用之半導體晶圓的直徑，使得當邊緣環放在半導體晶圓上並置中放置時，邊緣環的內邊緣與半導體晶圓的外邊緣有少量重疊。

【發明內容】

【0003】 在一些實施方式中，可以提供一種與直徑為 D 厚度為 T 之晶圓一起使用的邊緣環，其包含具有外底表面的外部分以及具有頂表面、內底表面以及內邊緣的內部分。外底表面界定了第一參考平面，其係與外底表面的至少一部份共平面。內底表面界定了第二參考平面，第二參考平面係與第一參考平面平行，且與內底表面的至少一部份重合。內底表面係介於第一參考平面與頂表面之間。內底表面與第一參考平面係至少相距距離 T 。內邊緣係具有小於 D 的標稱內徑。邊緣環係包含下列者其中之一：(a)位於內部內之凸部，其具有介於第一參考

平面以及第二參考平面之間的凸部底表面；(b)懸垂部，其材料位於以邊緣環為中心的圓形區域內，且其具有等於該標稱內徑的直徑；或(c) (a)與(b)兩者。

【0004】在邊緣環的一些實施方式中，內部分可以具有一或多個凹部，該一或多個凹部中的各者在第二參考平面及頂表面之間具有凹部底表面。

【0005】在邊緣環的一些實施方式中，內部份具有三個凹部。

【0006】在邊緣環的一些實施方式中，該一或多個凹部中的各者開始於內部分的內邊緣處並延伸朝向內部分之外邊緣。

【0007】在邊緣環的一些實施方式中，該一或多個凹部中之各凹部底表面係與第二參考平面相距至少 $10\mu\text{m}$ 。

【0008】在邊緣環的一些實施方式中，該一或多個凹部中的各者具有弧形外邊緣。

【0009】在邊緣環的一些實施方式中，該一或多個凹部中的各者可以具有直線外邊緣。

【0010】在邊緣環的一些實施方式中，該內部分具有一或多個成角度的扇形，於其中內邊緣介於圓型區域及內部分的外邊緣之間。

【0011】在邊緣環的一些實施方式中，內部分可具有三個成角度的扇形。

【0012】在邊緣環的一些實施方式中，在一或多個成角度的扇形中之各者處的內邊緣係介於圓型區域以及與圓型區域同心且直徑為 D 的參考圓之間。

【0013】在邊緣環的一些實施方式中，在一或多個成角度的扇形中之各者處的內邊緣可以是弧形。

【0014】在邊緣環的一些實施方式中，在一或多個成角度的扇形中之各者處的內邊緣可以是直線。

【0015】在邊緣環的一些實施方式中，凸部底表面可以在第一參考平面上方至少 $300\mu\text{m}$ 。

【0016】 在邊緣環的一些實施方式中，懸垂部具有作為圓型區域之弦的懸垂內邊緣。

【0017】 在邊緣環的一些實施方式中，懸垂部可以是扇形的。

【0018】 在邊緣環的一些實施方式中，懸垂部可以是 U 形的。

【0019】 在邊緣環的一些實施方式中，懸垂部可以在第一參考平面及第二參考平面之間具有懸垂部底表面。

【0020】 在邊緣環的一些實施方式中，內邊緣可以具有在 D 的 95% 及 99.9% 範圍內的標稱內徑。

【0021】 在邊緣環的一些實施方式中，邊緣環可以由陶瓷材料製成。

【0022】 在邊緣環的一些實施方式中，邊緣環可進一步包含複數指狀物，其中每一指狀物具有基部、由基部所支撐之徑向向內延伸部、以及用以相對於該向內延伸部旋轉的滾輪，且每一指狀物之基部係與外底表面連接。

【0023】 在邊緣環的一些實施方式中，D 可以是大約 300mm。

【0024】 在邊緣環的一些實施方式中，T 可以是大約 775um。

【圖式簡單說明】

【0025】 圖 1 顯示例示邊緣環的一平面圖。

【0026】 圖 2-1 和 2-2 顯示例示邊緣環的透視圖，例示邊緣環具有例示指狀物處於例示基座上方的不同位置。

【0027】 圖 2-3 顯示圖 2-1 之圓形區域中的指狀物的詳細視圖。

【0028】 圖 3 為例示基座上之半導體晶圓上方之例示邊緣環的橫剖面圖。

【0029】 圖 4 顯示在例示半導體晶圓上之例示邊緣環的流導。

【0030】 圖 5-1 和 5-2 為具有例示懸垂部之例示邊緣環的平面圖。

【0031】 圖 6-1 為具有例示懸垂部之例示邊緣環的橫剖面圖。

【0032】圖 6-2 和 6-3 為具有例示懸垂部和例示凸部之例示邊緣環的橫剖面圖。

【0033】圖 6-4 和 6-5 為具有例示凸部之例示邊緣環的橫剖面圖。

【0034】圖 7 為具有例示特徵部區段位置之例示邊緣環的平面圖。

【0035】圖 8-1、8-2 和 8-3 為具有例示凹部之例示邊緣環的橫剖面圖。

【0036】圖 9 為具有例示切口部之例示邊緣環的平面圖。

【0037】圖 10-1 為具有例示切口部之例示邊緣環的橫剖面圖。

【0038】圖 10-2 為具有例示切口部和例示凹部之例示邊緣環的橫剖面圖。

【0039】圖 11 顯示例示凹部和例示凸部。

【0040】圖 12 描繪了例示晶圓處理室。

【實施方式】

【0041】在下面的描述中，闡述了許多具體細節以提供對所呈現實施例的透徹理解。可於沒有這些具體細節的一些或全部之情況下實踐所揭示的實施例。在其他情況下，並不詳細敘述熟知之製程操作，以免不必要地模糊所揭露之實施例。且雖然將會同特定實施例來敘述所揭露之實施例，但吾人應理解特定實施例並不意欲限制所揭露之實施例。

【0042】在一些半導體製程操作中，邊緣環可用於幫助控制靠近處理中之半導體晶圓之外邊緣的氣流。如前所述，這種邊緣環可具有尺寸略小於晶圓直徑的內部開口，以便當邊緣環置中且放置在半導體晶圓上時與晶圓重疊例如毫米或更小的一點小數量。邊緣環可以例如由支撐晶圓的基座來支撐，使得邊緣環不直接擱置在半導體晶圓上。可以從支撐邊緣環之基座中的孔口引入惰性吹掃氣體，例如氬氣、氮氣或其他惰性氣體或對半導體製程氣體不反應的氣體，以流入邊緣環和基座之間的間隙中。接著吹掃氣體可以流過此間隙，經過半導體晶圓的

邊緣，然後經由邊緣環底側與半導體晶圓頂部之間的間隙而被徑向向內導引朝向半導體晶圓的中心。

【0043】 一些邊緣環還可以充當承載環，其可以在晶圓放置和/或傳送操作期間支撐半導體晶圓。在一些此種邊緣環中，複數個（例如三個）指狀物可以從沿著邊緣環外周邊的位置徑向向內延伸。指狀物係位於邊緣環的底側且與邊緣環的表面間隔開，邊緣環的表面在處理操作期間係擱置在支撐邊緣環的基座上。指狀物乃向內延伸至位於圓形區域內的點，圓形區域的直徑係與要由其支撐的晶圓相同。因此，當晶圓置中在邊緣環下方且指尖位於晶圓下方時，將邊緣環向上提升將使指尖接觸晶圓的底側並從下方支撐晶圓，從而允許藉由邊緣環的進一步向上移動來提升晶圓。基座又可以在其上表面中具有凹槽或插孔，其尺寸係設計成當將邊緣環和半導體晶圓放置在基座上時允許指狀物（以及任何相關聯的支撐結構）下降到其中。凹槽或插孔便允許指狀物及其支撐結構降低到支撐半導體晶圓之基座的表面之下，從而允許邊緣環下降到通常支撐半導體晶圓之基座的表面，並擱置在該表面上或靠近該表面。

【0044】 本發明人確定，在某些半導體製程中，例如用於接收指狀物之凹槽或插孔的特徵部可能是邊緣環的一部分（或者當晶圓和邊緣環放置在基座上時與晶圓或邊緣環底側流體連通的其他類似凹穴或空隙空間），該特徵部有時會從半導體製程操作的一個階段捕獲少量的製程氣體，然後在半導體製程操作的後續階段可能會不希望地釋放出這些氣體。在某些情況下，此類保留和稍後釋放的製程氣體可能會局部抑製或干擾（或可能不希望地增強，取決於所討論的特定製程）在半導體製程操作的後續階段中執行的沉積或蝕刻製程，從而導致覆蓋在凹槽或插孔上之晶圓邊緣附近的不均勻性增加。

【0045】 本發明人還意識到位於晶圓本身上的特徵部也可能導致局部邊緣不均勻性。例如，半導體晶圓通常沿其周邊具有凹口或平坦邊緣，用來作為參

考框架以允許由不同工具可靠地判定出半導體晶圓的旋轉方向。這種指示性的特徵部允許相對於特定參考/座標系統而判定出半導體晶圓的旋轉方向。一旦獲得此資訊，便可以接著將半導體晶圓旋轉一計算量以便將半導體晶圓與期望的參考/座標系統對準。然而，通常從半導體晶圓的邊緣向內延伸一毫米或兩毫米的凹口實際上可以與邊緣環相互作用以提供一個小的局部區域，於其中邊緣環與半導體晶圓之間的流導比起在大部分的邊緣環周圍或邊緣環周圍所有其他位置處之間的流導高。本發明人又發現，如此會導致來自邊緣環和基座之間區域的吹掃氣體有局部升高的徑向向內流速。因此，穿過半導體晶圓邊緣並朝向晶圓中心的吹掃氣體流速可以沿著半導體晶圓邊緣在覆蓋可能存在於晶圓上之一或多個凹口的位置處升高。有些晶圓係具有平面而不是凹口，但是對於此類晶圓也可以觀察到類似的效果（儘管可能沿著晶圓外周的較大部分展開）。

【0046】 本發明人已經識別出導致潛在的晶圓不均勻性的問題，確定可以藉由修改邊緣環的結構來減輕甚至消除這種不均勻性，使得當使用時與晶圓重疊的邊緣環底側相對於形成邊緣環之標稱底側的表面具有凸部及/或凹部的區域，當存在晶圓時，邊緣環係與晶圓徑向重疊。此種地區或區域允許對邊緣環底側與晶圓頂部之間之間隙中的流導進行局部調節，以增加或減少在該位置處徑向向內流動之吹掃氣體的量。本發明人還確定，藉由修改邊緣環的圓形內邊緣以便具有該內邊緣相對於邊緣環之內邊緣所在的圓而徑向向內或向外移動的區域（其經定位以便與特徵部（例如晶圓凹口及/或基座中之凹槽或插孔）對齊）。此種實施方式的進一步細節將在下文中參照附圖更詳細地討論。

【0047】 圖 1 描繪了根據本揭露內容之例示邊緣環 100 的平面圖。邊緣環 100 具有外部分 106 和內部分 104。內部分 104 具有內邊緣 108。內邊緣 108 可界定了以環中心軸 112 為中心的實質圓形開口 110。圓形開口 110 具有直徑 114。直徑 114 略小於半導體晶圓 102 的直徑。在所示例子中係顯示出例示半導體晶

圓 102 的輪廓。例如，半導體晶圓 102 可以具有大約 300mm 的直徑。在此例中，圓形開口 110 的直徑 114 小於 300mm。當用於處理 300mm 的半導體晶圓時，直徑 114 可以介於 297-299.5mm 之間（吾人應當理解，圖 1 並未按比例繪製）。

【0048】邊緣環 100 可具有流導特徵部。流導特徵部可用於調整半導體晶圓 102 與邊緣環 100 之內部分 104 之重疊部分間之間隙的流導。流導特徵部可放置在特定位置以修改半導體晶圓 102 周圍之相應區域中的流導。如圖 1 的例子所示，邊緣環 100 具有四個放置流導特徵部的位置。前三個位置均在相應的區段 122 處，第四個位置在凹口區段 118 處。每個區段 122 可具有第一類型的流導特徵部，而凹口區段 118 可具有第二類型的流導特徵部，從而允許調整邊緣環的徑向流導以適應不同位置的不同吹掃氣體流速需求。凹口區段 118 可以定位成與邊緣環 100 將一起使用之半導體晶圓 102 的凹口 120 對齊。區段 122 可以類似地大致上位於基座（未顯示）中的凹槽或插孔上方，這些凹槽或插孔係設計為接收連接到邊緣環 100 的指狀物或類似結構。指狀物（未顯示，但參見圖 2-1 和 2-3）和類似結構可以藉由連接螺釘 116 而附接到邊緣環 100。

【0049】圖 2-1 顯示將半導體晶圓 102 保持在基座 124 上方之升高位置的邊緣環 100 的透視圖。半導體晶圓 102 係由利用連接螺釘連接到邊緣環 100 的邊緣環特徵部 156 所支持。在本實施例中，邊緣環特徵部 156 為具有滾輪 164 的指狀物 158。在本實施例中，有三個邊緣環特徵部 156。在一些實施例中，可以有單個邊緣環特徵部 156。在一些實施例中，可以有兩個或更多個邊緣環特徵部 156 附接至邊緣環 100。基座 124 可具有一或多個插孔 162。基座 124 具有多個插孔 162 以匹配邊緣環特徵部 156 的數量。在所示的例子中，邊緣環 100 具有三個邊緣環特徵部 156 且基座 124 具有三個插孔 162。如上所述，插孔 162 有時可以在半導體製程操作期間捕獲少量製程氣體。這種捕獲的氣體可能會在半導體製程操作的後續階段中意外釋放，並成為晶圓不均勻性的來源。基座 124 也可具

有多個端口 163。端口 163 可用於在晶圓處理期間將例如吹掃氣體的氣體輸送到邊緣環的底側。

【0050】圖 2-2 顯示了邊緣環 100 在基座 124 上方處於降低位置時的透視圖。當邊緣環 100 從升高位置降低到降低位置時，如圖 2-1 所示，邊緣環特徵部 156 便降低到基座 124 上相對應的插孔 162 中。藉由在每個邊緣環特徵部 156 具有插孔 162，邊緣環 100 可以將半導體晶圓 102 降低到基座上 124，然後繼續下降，以便最終也停留在基座上，同時略微保持在半導體晶圓 102 上方。

【0051】圖 2-3 顯示例示邊緣環特徵部 156 的近視圖，指狀物 158 具有滾輪 164。指狀物 158 具有基部 160。基部 160 支撐從基部徑向向內延伸的細長結構 162。滾輪 164 由細長結構 162 支撐，使得滾輪能夠相對於細長結構旋轉。在所示例子中，滾輪 164 乃藉由銷 166 附接至細長結構 162。指狀物 158 係配置用以在邊緣環 100 朝向基座 124 降低時裝配到插孔 162 中。

【0052】圖 3 顯示邊緣環 100 的橫剖面圖。該橫剖面圖顯示邊緣環與半導體晶圓 102 之外邊緣 136 重疊。半導體晶圓 102 係放置在基座 124 上。邊緣環 100 具有內部分 104、外部分 106 和頂表面 142。內部分 104 具有內邊緣 108。通常，邊緣環 100 的內邊緣 108 係在半導體晶圓外邊緣 136 的內部，即邊緣環 100 的內邊緣 108 係位於由半導體晶圓外邊緣 136 所界定的圓內。但此可能有例外；例如，在晶圓凹口處（未顯示），半導體晶圓的外邊緣可以是在邊緣環 100 之內邊緣 108 的內部。如前所述，由內邊緣 108 所界定之圓形開口的直徑係具有小於處理中之半導體晶圓 102 之直徑的標稱直徑。內部分 104 具有內底表面 130，而外部分 106 具有外底表面 128。內底表面 130 的高度係高於外底表面 128。在一些實施例中，內底表面 130 和外底表面 128 之間的高度差便是半導體晶圓 102 的厚度。在一些實施例中，內底表面 130 的高度可以是高於半導體晶圓 102 的厚度且高於外底表面 128 之高度的距離。在另外一些實施例中，內底表面 130 和外底

表面 128 之間的高度差可以小於半導體晶圓 102 的厚度。對於直徑為 300 毫米的晶圓，其晶圓厚度例如可以是大約 750 μm 。

【0053】圖 3 亦顯示出第一參考平面 132、第二參考平面 134 以及頂部參考平面 144。第一參考平面 132 與外底表面 128 的至少大部分共平面。第二參考平面 134 平行於第一參考平面且與內底表面 130 的至少大部分重合。頂部參考平面 144 與頂表面 142 的最高部分重合且平行於第一參考平面 132。

【0054】圖 5-1、5-2 和 6-1 至 6-6 顯示流導特徵部的例示，其係位於晶圓 502 之凹口 520 上方的邊緣環 500 上。當在半導體晶圓處理期間使用邊緣環時，半導體晶圓的凹口區域係被邊緣環最小程度地覆蓋，意即，晶圓在凹口處的外邊緣比晶圓在晶圓的其他部分中的外邊緣更徑向靠近邊緣環的內邊緣。因此，在吹掃操作期間，凹口周圍的區域通常較少受阻並且具有比邊緣環內周緣周圍的其他位置更高的流導。與半導體晶圓之圓周周圍的其他區域相比，高流導可以允許更多的吹掃氣體在凹口周圍的區域中徑向向內流動。

【0055】圖 4 顯示半導體晶圓的凹口周圍區域中的流導與半導體晶圓周邊周圍之其他區域中的流導的比較。每一圖中顯示的是基座 524 上之半導體晶圓 502 上方的邊緣環 500 的橫剖面圖。上面的圖顯示了邊緣環 500 下方的半導體晶圓 502 在非凹口位置處沿著晶圓圓周的橫剖面圖，而下面的圖則顯示半導體晶圓 502 在邊緣環 500 下方之凹口 520 處的橫剖面圖。每個視圖顯示較高流導區域 570 和較低流導區域 572。環繞圓周，比起在邊緣環 500 之內邊緣 508 和半導體晶圓 502 之外邊緣 536 之間有著較小的徑向距離情況下的凹口 520 處之較高流導率區域 570，在邊緣環 500 之內邊緣 508 與半導體晶圓 502 之外邊緣 536 之間有較大徑向距離的情況，其較高流導區域 570 因此較小。由於在凹口 520 處的較高流導區域 570 較大，所以與半導體晶圓圓周周圍的其他區域相比，通常在此區域中存在較高的流導而允許更多的吹掃氣體徑向向內流動。邊緣環中的流導

特徵部可用於降低半導體晶圓凹口周圍區域中的流導。藉由使用流導特徵部來降低流導，可以調整晶圓凹口周圍的流導，使得吹掃之後留在凹口區域中的氣體量與圍繞半導體晶圓圓周的其他區域中剩餘的氣體量一致。

【0056】 可用於降低晶圓凹口所在位置附近的流導的一例示流導特徵部為懸垂部。如本文所用的術語，懸垂部指的是從與邊緣環的內邊緣大致同心且同徑向的圓徑向向內延伸的邊緣環部分。因此，懸垂部可導致邊緣環的凹口區段中的內邊緣比通常圍繞內邊緣之大部分或全部其餘部分的內邊緣更靠近晶圓中心軸，從而延長了從晶圓的凹口特徵部流出之吹掃氣體在到達邊緣環的內邊緣之前可以遵循的最短流動路徑。藉由延長該流動路徑的長度，可以降低流動路徑的流導，從而抵消晶圓凹口區域增加的流導。

【0057】 圖 5-1 和 5-2 顯示了具有流導特徵部的兩個例示邊緣環 500 的平面圖。每個視圖中的流導特徵部為懸垂部 538。圖 5-1 和 5-2 中的邊緣環 500 具有內部分 504 和外部分 506。此處亦顯示具有凹口 520 之半導體晶圓 502 的輪廓。與內邊緣到半導體晶圓 502 中心的標稱距離相比，每一圖中的懸垂特徵部 538 均導致邊緣環之凹口區段 518 處的內邊緣 508 在該區域中更接近晶圓 502 的中心。這用於延長吹掃氣體在從晶圓之凹口區域徑向向內流動到邊緣環之內邊緣時所遵循的徑向流動路徑，從而降低該區域的流導，以抵消導致晶圓凹口區域所增加的流導，並有助於均衡吹掃氣體在凹口區域的流速與邊緣環圓周周圍的標稱吹掃氣體流速。

【0058】 圖 5-1 顯示了邊緣環 500 之懸垂部 538 的第一例示。圖 5-1 中的懸垂特徵部 538 為邊緣環 500 的一部分，其位於大致與邊緣環的內邊緣共徑向且同心的參考圓以及該參考圓的弦之間。圖 5-1 中的懸垂特徵部 538 可能因此被描述為弦形。這種懸垂特徵部可能比需要的大，但可能較不易損壞，本身不太可能成為不均勻性的來源，並且更能容忍晶圓中之凹口特徵部相對於邊緣環的角

度未對準。在所示的實施例中，弦剛好在半導體晶圓 502 之凹口 520 的徑向向內處。凹口區段 518 處之邊緣環 500 的內邊緣 508 為垂直於邊緣環之半徑的直線，其穿過凹口 520 並且也在半導體晶圓的整個凹口 520 內部。然而，吾人應當理解，可以使用不具有直線特徵部的類似懸垂特徵部，例如，直線可以由恆定或可變半徑曲線代替，該曲線在邊緣環的弧形邊緣之間緩慢從懸垂特徵部的任一側過渡到懸垂特徵部的內邊緣部分。在某些實施方式中，此類懸垂特徵部可能非常微妙——例如，具有弦寬（從懸垂特徵部的內邊緣到由邊緣環的內邊緣標稱界定的圓來測量）小於 1mm，例如 0.8mm、0.75mm、0.7mm、0.65mm 等的弦形懸垂特徵部可能足以提供足夠的流導調節以抵消在一些情況下由晶圓凹口導致的任何增加的流導。

【0059】圖 5-2 顯示邊緣環 500 之懸垂部分 538 的第二例示。圖 5-2 之懸垂部分 538 係遵循晶圓凹口 520 的形狀並且通常是扇形或三角形。類似於圖 5-1 中的例子，邊緣環 500 的內邊緣 508 係在參考圓的徑向向內處，參考圓通常與邊緣環的內邊緣共徑向且同心。然而，與圖 5-1 的弦相比，扇形通常遵循半導體晶圓 502 之凹口 520 的形狀，儘管從凹口 520 向外偏移，使得存在了圍繞凹口區域延伸而與晶圓重疊一最小重疊量（例如一毫米左右）的邊緣環區域。與圖 5-1 中的弦形懸垂部相比，扇形懸垂部 538 可能對流導具有更有限的影響，因此與弦形懸垂部相比，提供了更局部化的流導調節方法。在一些實施例中，懸垂部 538 可以是 U 形的，U 形的彎曲底部徑向向內指向邊緣環的中心。

【0060】可用於補償晶圓凹口附近存在之增加的流導的另一例示流導特徵部為凸部，其為邊緣環內部分的底表面上相對於邊緣環內部分的大部分底表面「凸起」的區域。因此，凸部所在之邊緣環底表面與晶圓之間間隙將小於晶圓與邊緣環內部分之大部分的其餘底表面之間間隙。凸部與晶圓之間的流導因此低於晶圓與內部分之大部分的其餘底表面之間的流導。此類凸部可以單獨

使用，也可以與懸垂特徵部結合使用。凸部的例示在下面關於幾個附圖進行討論。

【0061】圖 6-1 至 6-5 為具有流導特徵部之邊緣環 500 的橫剖面圖，該流導特徵部係位於半導體晶圓 502 之凹口 520 上方。在所示例子中，半導體晶圓 502 位於基座 524 上。在每一個視圖中係顯示出與大部分之外底表面 528 共平面的第一參考平面 532、第二參考平面 534 以及頂部參考平面 544。如上所述，第二參考平面 534 與大部分的內底表面重合且平行於第一參考平面 532。頂部參考平面 544 係與頂表面 542 的最高部分重合且平行於第一參考平面 532。

【0062】圖 6-1 顯示了具有懸垂部 538 的邊緣環 500。在所示的實施例中，懸垂部 538 徑向向內局部地延伸邊緣環 500 的內部分 504，將內邊緣 508 向內移動，使得懸垂部中的內邊緣比起在圍繞邊緣環 500 之大部分或全部其餘部分的內邊緣更靠近邊緣環的中心。根據所需的流導，懸垂部 538 可以延長或縮短。

【0063】圖 6-2 顯示具有懸垂部 538 和凸部 546 的邊緣環 500。相對於邊緣環 500 之其餘部分，圖 6-2 中的凸部 546 係由較暗陰影區域指出。凸部 546 具有凸部底表面 548。底表面 548 係介於第一參考平面 532 和第二參考平面 534 之間，從而將邊緣環 500 之底表面的一部分定位得更靠近半導體晶圓 502 的頂表面 526。凸部底表面 548 可以位於半導體晶圓 502 的頂表面 526 和第二參考平面 534 之間的任何位置。藉由具有凸部 546，邊緣環 500 和半導體晶圓 502 之間間隙便縮小，從而降低該區域中的流導。凸部底表面 548 越靠近晶圓 502，凸部底表面 548 與半導體晶圓 502 之間間隙越小。凸部底表面 548 與半導體晶圓 502 之間間隙越小，在那個區域的流導便越低。在所示實施例中，凸部 546 係從懸垂部 538 延伸穿過內部分 504 到內部分 504 和外部分 506 之間的邊界 507。邊界 507 也可以稱為內部分 504 的外邊緣或外部分 506 的內邊緣。

【0064】圖 6-3 顯示了具有懸垂部 538 和凸部 546 之邊緣環 500 的另一實施例。在本實施例中，凸部 546 係從懸垂部 538 延伸到內部分 504 中。與之前的

實施例不同，凸部 538 在途中便停止進入內部分 504。在一些實施例中，凸部 538 可以只是內邊緣 508 和邊界 507 之間之內部分 504 的一部分。在一些實施例中，凸部可以不延伸到內部分 504 的內邊緣 508。在這些實施例中，凸部係從內邊緣 508 開始徑向向外。

【0065】圖 6-4 顯示具有凸部 546 之流導特徵部的邊緣環 500 的又一例示，其用於半導體晶圓 502 之凹口 520 上。凸部 546 係從邊緣環 500 的標稱底表面向外延伸，使得凸部 546 的底表面 548 位於半導體晶圓 502 之頂表面 536 和第二參考平面 534 之間。凸部 546 係從內邊緣 508 延伸穿過內部分 504 到達內部分 504 和外部分 506 之間的邊界 507。在所示例子中，邊緣環 500 不具有先前例示中所示的懸垂部。因此，流導僅藉由降低凸部 546 之底表面 548 與半導體晶圓 502 之頂表面 526 之間的間隙來修改。

【0066】圖 6-5 顯示具有凸部 546 之流導特徵部的邊緣環 500 的又一例示，其用於半導體晶圓 502 之凹口 520 上。類似於圖 6-4 中的例示，在此例中，凸部係向外延伸，使得凸部 546 之底表面 548 位於半導體晶圓 502 之頂表面 526 及第二參考平面 534 之間。在此例中，凸部 546 係從內邊緣 508 延伸穿過內部分 504 而朝向外部分 506。凸部 546 在延伸到內部分和外部分 506 之間的邊界 507 之前，在途中便停止進入內部分 504。在一些實施例中，凸部 546 可以是內邊緣 508 和邊界 507 之間之內部分 504 的一部分。凸部 546 的該部分可以設計成在晶圓 502 的凹口 520 上方的區域中產生期望的流導。

【0067】雖然上面討論的流導特徵部可用於降低邊緣環局部區域中的流導，例如，以抵消由於例如晶圓凹口的特徵部而可能存在的流導增加，第二種類型的流導特徵部可用於局部增加流導以便增加圍繞邊緣環圓周之特定區域中的吹掃氣體流速。一般而言，此類流導特徵部可用於邊緣環上可能需要在基座中存在凹槽或插孔的特徵部（例如指狀物）所在的位置。這樣的凹槽或插孔可以捕獲

抵抗邊緣環提供之標準吹掃氣流而不被吹掃掉的氣體。第二種類型的流導特徵部可以增加這些區域中的流導，從而允許局部增加吹掃氣流，這可以起到更有效地移除捕獲氣體的作用，從而防止這種捕獲氣體在較長時間內緩慢洩漏且可能會干擾後續的處理操作。第二種類型的流導特徵部的例示包含邊緣環內部分之底表面中的凹部、沿著邊緣環之內邊緣的切口部或其組合。

【0068】圖7描繪了具有三個特徵部區段722之例示邊緣環700的平面圖。在一些實施例中，可以存在單個特徵部區段。在一些實施例中，可以有兩個或更多個特徵部區段。例如，這樣的實施方式可以用於在基座中存在三個以外的凹槽或插孔的情況。

【0069】邊緣環700具有外部分706和內部分704。內部分704具有內邊緣708。內邊緣708可以界定以環中心軸712為中心的大致圓形開口710。此處顯示出具有外邊緣736的半導體晶圓702。內部分704之內邊緣708係位在半導體晶圓702之外邊緣736的內部。如參考圖1所討論的，區段722具有位於邊緣環700下方的特徵部，當邊緣環放置在基座的頂部時，可能需要在基座中存在凹槽或插孔以容納此等特徵部。這樣的凹槽或插孔可能會捕獲或容納製程氣體，這些氣體之後可能會緩慢洩漏並可能干擾使用其他氣體的後續處理操作。因此可能希望為邊緣環的局部區域提供更高的流導以提高這些區域的吹掃率。如果在這些區域中將吹掃速率維持在「默認」吹掃速率，則從凹槽或插孔中洩漏的製程氣體可能會導致半導體晶圓702上圍繞區段722的局部處理不均勻性增加。上面討論的流導特徵部可以位於這些區段中，以提高這些區域中的吹掃氣體流速，從而允許更方便地移除捕獲的製程氣體。

【0070】如前所述，可以使用的一種類型的流導特徵部為凹部（未顯示）。這種流導特徵部通常從內部分704的底表面切下。區段722突顯了邊緣環700中可以經修改以結合流導特徵部的區域。在所示的實施例中，區段722以及隨之的

流導特徵部（即凹部）乃具有弧形外邊緣。在本實施例中，弧形邊緣係遵循與邊緣環 700 同心的圓弧。在一些實施例中，凹部可具有直線外邊緣。在一些實施例中，凹部可以從內邊緣 708 穿過內部分 704 到達內部分 704 和外部分 706 之間的邊界 707。邊界 707 為內部分外邊緣與外部分內邊緣相交的地方且可以稱為內部分外邊緣或外部分內邊緣。在一些實施例中，凹部可以僅覆蓋內部分 704 徑向向外延伸的部分。在這些實施例中，凹部可以延伸到邊界 707 和內部分 704 之內邊緣 708 兩者的其中之一或都不延伸。

【0071】圖 8-1 到圖 8-3 顯示了邊緣環 700 的三個橫剖面區域，每一區域都具有例示凹部 750。每一圖都顯示了具有外部分 706、內部分 704 和頂表面 742 的邊緣環 700。內部分 704 與外部分 706 相交於邊界 707 處。內部分 704 具有內底表面 730 和內邊緣 708。外部分 706 具有外底表面 728。第一參考平面 732 與大部分的外底表面 728 共平面。第二參考平面 734 與大部分的內底表面 730 重合且平行於第一參考平面 732。頂部參考平面 744 與頂表面 742 的最高部分重合且平行於第一參考平面 732。第二參考平面 734 係介於第一參考平面 732 和頂部參考平面 744 之間。每一圖中所顯示的是基座 724 上的半導體晶圓 702。半導體晶圓 702 具有外邊緣 736 和頂表面 726。在每一圖中，晶圓外邊緣 736 係在內部分 704 之內邊緣 708 的徑向向外處，亦即內部分 704 的內邊緣 708 位於由晶圓外邊緣 736 所界定的圓內。

【0072】圖 8-1 顯示凹部 750 的第一例示。凹部 750 為已經從邊緣環 700 之內部分 704 移除材料的區域，從而產生凹部底表面 752。凹部底表面 752 可以在第二參考平面 734 和頂部參考平面 744 之間的任何位置。在一些實施方式中，凹部底表面 752 可以與第二參考平面 734 相距至少 10 μ m。在一些實施方式中，凹部底表面 752 可以與第二參考平面 734 相距高達 200 μ m 的距離。凹部 750 抬高了邊緣環 700 局部區域中的底表面，而在邊緣環 700 底表面的一部分與晶圓

頂表面 726 之間產生更大的間隙。間隙擴大可能導致該區域中的流導增加，因此可以促進更高的吹掃氣體流速，從而更有效地吹掃在凹部 750 周圍之區域中的任何製程氣體。通常，凹部底表面 752 越靠近頂部參考平面 744，流導越高。如圖 8-1 所示，凹部可以從內邊緣 708 延伸到邊界 707。

【0073】圖 8-2 顯示邊緣環 700 上之凹部 750 的第二例示。類似於圖 8-1，將凹部底表面 752 升高，使得它位於第二參考平面 734 和頂部參考平面 744 之間。在所示例子中，凹部 750 係從內邊緣 708 延伸並朝向外部分 706。然而，不同於圖 8-1 的例子，凹部在到達內部分 704 和外部分 706 之間的邊界 707 之前結束。在所示的實施例中，雖然凹部 750 在邊界 707 之前結束，但凹部 750 仍然延伸超過晶圓外邊緣 736。在一些實施例中，凹部 750 可以更短，使得晶圓外邊緣 736 位於整個凹部 750 的徑向外側，即，晶圓外邊緣 736 比凹部的外邊緣更遠離邊緣環 700 的中心。通常，凹部延伸的徑向距離越長，流導越高。因此，在本實施例中產生的流導可能小於在圖 8-1 所示實施例中產生的流導。

【0074】圖 8-3 顯示邊緣環 750 上之凹部 750 的第三例示。與之前的例示類似，凹部 750 具有凹部底表面 752。凹部底表面 752 乃升高了邊緣環 700 在局部區域中的底表面並且介於在第二參考平面 734 和頂部參考平面 744 之間。在所示的實施例中，凹部 750 係徑向地容納在邊緣環 700 的內部分 704 內且不延伸到邊界 707 也不延伸到內邊緣 708。在一些實施例中，凹部 750 可一直徑向延伸到邊界 707 但不延伸到內部分 704 的內邊緣 708。凹部 750 可跨越內邊緣 708 和邊界 707 之間的內部分 704 的任何徑向部分。

【0075】凹部為可用於增加邊緣環特定區域中之流導的流導特徵部的一個例子。流導特徵部的另一個例子是切口部。切口部為邊緣環之內部分的材料被移除的部分。一般而言，切口部具有位於參考圓之外的內邊緣，該參考圓通常與邊緣環的內邊緣共徑向且同心。在一些實施例中，切口部處的內邊緣仍然保持在

半導體晶圓的外邊緣之內。切口部減少了氣體必須在邊緣環和半導體晶圓之間行進的距離，從而與沒有流導特徵部之邊緣環的區段相比增加了這些區域中的流導。

【0076】圖 9 描繪了具有三個切口部 954 的另一個例示邊緣環 900 的平面圖。在一些實施例中，可以有單個切口部。在一些實施例中，可以有兩個或更多個切口部。例如，這樣的實施方式可以用於在基座中存在三個以外的凹槽或插孔的情況。

【0077】圖中所示為半導體晶圓 902。邊緣環 900 具有外部分 906 和內部分 904。內部分 904 具有內邊緣 908。半導體晶圓 902 具有參考圓 960，該參考圓通常與以環中心軸 912 為中心的邊緣環 900 的內邊緣 908 共徑向且同心，即，參考圓 960 係與內邊緣 908 同心而非三個切口部 954 中每一個的一部分。在三個切口部 954 的每一個中，內部分 904 的內邊緣 908 係被徑向向外移動，使得內邊緣介於參考圓 960 以及內部分 904 與外部分 906 之間的邊界 907 之間。如上圖所描述的，邊界 907 是內部分外邊緣與外部分內邊緣相交的地方。在所示的實施例中，切口部 954 為與環中心軸 912 成角度的扇形區。切口部 954 處的內邊緣 908 為弧形。在一些實施例中，切口部 954 處的內邊緣 908 可以是直線。該弧形形狀可小於 5 度。在一些實施例中，弧形可以介於 5 度和 10 度之間。在又一些其他實施例中，弧形可以大於 10 度。在一些實施例中，切口部可以是矩形（未顯示）。

【0078】如圖 9 所示，切口部 954 處的內邊緣 908 乃相對於非切口部區域朝著外部分 906 徑向向外移動。在所示實施例中，在每一切口部 954 處的內邊緣 908 乃大致位於參考圓 960 和邊界 907 之間的中間。在本實施例中，切口部 954 處的內邊緣 908 係保持在晶圓外邊緣 936 的徑向內部，即每一切口部的內邊緣 908 係位於與晶圓外邊緣同心且同徑向的圓內。吾人應該注意的是，所示例子在

第 17 頁，共 28 頁(發明說明書)

尺寸上有所放大，以便更清晰地查看；此等切口和晶圓重疊可以比所示的小得多，例如，切口的徑向深度可以是一毫米左右。在一些實施方式中，此類切口的徑向深度可小於一毫米，例如小於 0.9 毫米、小於 0.8 毫米、小於 0.7 毫米、小於 0.6 毫米、小於 0.5 毫米、小於 0.4 毫米、小於 0.3 毫米等。在一些實施例中，切口部 954 可以讓內邊緣 908 更靠近參考圓 960，使得切口部處的內邊緣比晶圓外邊緣 936 更接近參考圓 960。在一些其他實施例中，切口部 954 可以讓內邊緣 908 更靠近邊界 907，使得內邊緣在晶圓外邊緣 936 上方或略微徑向位於晶圓外邊緣 936 的內部。

【0079】圖 10-1 和 10-2 顯示了邊緣環 900 上之例示切口部 954 的橫剖面圖。在圖 10-1 中，邊緣環 900 具有單一流導特徵部，即切口部。圖 10-2 的例子在邊緣環 900 上具有兩個流導特徵部，切口部 954 和凹部 950。在兩個圖中，邊緣環 900 具有外部分 906、內部分 904 和頂表面 942。內部分 904 在邊界 907 處與外部分 906 相交。邊界 907 可稱為內部分 904 的外邊緣或外部分 906 的內邊緣。內部分 904 具有內底表面 930 和內邊緣 908。外部分 906 具有外底表面 928。第一參考平面 932 與大部分的外底表面 928 共平面。第二參考平面 934 與大部分的內底表面 930 重合且平行於第一參考平面 932。頂部參考平面 944 係與頂表面 942 的最高部分重合且平行於第一參考平面 932。每一圖中所顯示的是基座 924 上的半導體晶圓 902。半導體晶圓 902 具有外邊緣 936。在每一圖中，外邊緣 936 係位於內部分 904 之內邊緣 908 的徑向外側。

【0080】圖 10-1 的橫剖面圖顯示了邊緣環 900 的切口部 954。切口部 954 後面是沒有流導特徵部的邊緣環 900，也就是沒有任何切口部的正常邊緣環，如圖中較暗的陰影區域所示。切口部 954 使得內邊緣 908 更靠近邊緣環 900 的外部分 906，以減少邊緣環 900 在半導體晶圓 902 之局部區域上方的懸垂。如圖 9 所示，切口部 954 可徑向向內延伸，使得移除的材料減少，或者可徑向向外延

伸，使得移除的材料更多。例如，切口部 954 可以移除該區域中的內部分 904，留下在晶圓外邊緣上方或略微位於晶圓外邊緣內部的內邊緣 908。

【0081】 在所示的實施例中，內底表面 930 並未改變並且保持與邊緣環 900 之其餘部分相同的高度。因此，在本實施例中係藉由切口部 954 來減少邊緣環 900 的懸垂而不是藉由改變內底表面 930 與半導體晶圓 902 之頂表面 926 之間的間隙來改變該區域中的流導。

【0082】 在圖 10-2 的實施例中，邊緣環 900 具有切口部 954 和凹部 950。與之前的實施例不同，此處修改邊緣環 900 在半導體晶圓 902 上方的懸垂量以及邊緣環 900 之底表面與半導體晶圓 902 之頂表面 926 之間的間隙兩者以改變該區域中的流導。可以將切口部 954 製成使得在切口部 954 處之內部分 904 的內邊緣 908 大約在未修改之內部分的內邊緣與邊界 907 之間的中間。在所示的實施例中，切口部 954 的內邊緣 908 係位於晶圓外邊緣 936 的徑向內部。取決於期望的流導，吾人可以將切口部 954 做得更深，例如切口部處的內邊緣可以移動更靠近外部分 906，或做得更淺，例如切口部處的內邊緣可以移動遠離外部分 906。在一些實施例中，切口部 954 可以朝著外部分 906 做得更深。在一些實施例中，切口部 954 可以做得更淺，使得內邊緣 908 更靠近半導體晶圓 902 的中心（未顯示）。凹部 950 係將凹部底表面 952 升高而遠離晶圓頂表面 926。凹部底表面 952 乃介於頂部參考平面 944 和第二參考平面 934 之間。凹部 950 可以參照圖 8-1 到 8-3 所描述的那樣修改。

【0083】 為了幫助進一步理解並提供額外的洞察力，圖 11 中顯示了 多個例示凹部和凸部。圖 11 提供了在邊緣環 1100 之內部分 1104 上的四個例示凹部和四個凸部；這些流導特徵部係並排放置以進行比較。第一凹部 1180 為關於圖 8-3 所討論之實施例的例示。第二凹部 1182 為圖 8-1 所示之凹部 750 的例示的透視圖。第三凹部 1184 是圖 8-3 所示之例示凹部 750 的透視圖。第四凹部 1186 是

圖 8-2 中所示的例示凹部 750 的透視圖。第一凸部 1190 是關於圖 6-5 所討論之實施例的例示。第二凸部 1192 是圖 6-4 中所示之凸部 546 實例的透視圖。第三凸部 1194 是關於圖 6-5 討論之實施例的另一個例子。第四凸部 1196 是圖 6-5 中所示之例示凸部 546 的透視圖。

【0084】 回到圖 1，每個區段 122 可位於相應特徵部之上，例如圖 2 中所示的特徵部 156。區段 122 可延伸通過圓周區域或圓弧扇區，圓周區域或圓弧扇區可根據所需的特定流導特性而變化，例如，如三個不同尺寸的特徵部區段所示。在所示例子中，區段 122 是邊緣環 100 之內部分的環形扇區。在一些實施例中，區段 122 可以是延伸至內邊緣 108 的矩形。

【0085】 類似地，凹口區段 118 位於半導體晶圓 102 的凹口 120 上方。凹口區段 118 可以延伸通過圓周區域或圓弧扇區，圓周區域或圓弧扇區可以根據所需的特定流導特性而變化，例如，如兩個不同大小的特徵部區段所示。在所示例子中，凹口區段 122 是邊緣環 100 內部分的環形扇區。在一些實施例中，區段 122 可以是延伸至內邊緣 108 的矩形。

【0086】 具有本文所討論之特徵部的邊緣環可以由例如陶瓷的材料製成，例如氧化鋁、氮化鋁、氧化矽、氮化矽、石英、或其他耐化學腐蝕且以其他方式適用於半導體處理環境的材料。

【0087】 在一些實施方式中，本文討論之邊緣環可用於包含控制器的系統或系統的一部分。圖 12 描繪了例示晶圓處理室 1201。所示腔室 1201 乃具有多個晶圓處理站 1221，每個處理站均具有噴淋頭 1223 和基座 1224。在每一晶圓處理站 1221 中為相應的邊緣環 1200 和半導體晶圓 1202。晶圓處理室 1201 係具有晶圓處理器 1273，例如旋轉分度器、傳送帶或晶圓處理機器人，其可用於在站點之間傳送晶圓。連接到晶圓處理室的是例示控制器 1274。控制器 1274 係具有一或多個處理器 1278 和記憶體 1276，其可以與電子設備整合以用於控制邊緣

環 1200 和/或晶圓處理器的操作，以將晶圓放置和/或對準在邊緣環上。根據製程要求和/或系統類型，控制器 1274 可以程式化以控制本文所揭露之任何製程，例如用於控制晶圓在邊緣環上的放置和對準的製程，以及其他本文未討論的製程或參數，例如製程氣體的輸送、溫度設定（例如加熱和/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、流體輸送設定、位置和操作設定、傳送晶圓進出腔室及其他傳送工具以及/或連接到特定系統或與特定系統相接的負載鎖。

【0088】 廣義而言，控制器可定義為具有用以接收指令、發出指令、控制操作、使清洗操作得以進行、使端點測量得以進行、及達成類似功能之各種積體電路、邏輯、記憶體、及/或軟體之電子設備。積體電路可包括儲存程式指令之韌體形式之晶片、數位信號處理器（DSP）、定義為特殊應用積體電路（ASIC）之晶片、及/或一或更多微處理器、或執行程式指令（例如軟體）之微控制器。程式指令可為以各種單獨設定（或程式檔案）之形式通訊至控制器的指令，其定義了用以在半導體晶圓上、或對半導體晶圓、或對系統實行特定處理之操作參數。在一些實施例中，操作參數可以是由製程工程師定義之配方的一部分，以在製造下列一或多個的期間完成一或多個處理步驟：層、材料、金屬、氧化物、矽、二氧化矽、表面、電路以及/或晶圓之晶粒。

【0089】 在一些實施方式中，控制器可以是電腦的一部份或是耦合至電腦，而電腦則是整合至系統、耦合至系統或與系統聯網，或前述的組合。例如，控制器可以位於「雲端」或者是晶圓廠電腦主機系統的全部或一部分，如此可以允許對晶圓處理的遠端存取。該電腦可以啟動對系統進行遠端存取，以監控製造操作的當前進度、檢查過去製造操作的歷史、檢查來自多個製造操作的趨勢或性能指標、改變當前製程的參數、設定製程步驟以接續當前製程、或開始新的製程。在一些例子中，遠端電腦（例如伺服器）可以透過網路向系統

提供製程配方，該網路可以包含區域網路或網際網路。遠端電腦可以包含使用者介面，而使得能夠對參數及/或設定進行輸入或程式化，然後將參數及/或設定從遠端電腦傳送到系統。在一些例子中，控制器接收數據形式的指令，其為在一或多個操作期間要執行的每個製程步驟指定參數。吾人應理解，參數係針對於欲進行製程的類型以及控制器用以與之相接或控制的工具類型。因此如上所述，可以例如透過包含被聯網在一起並朝著共同目的（例如本文中所描述的處理和控制）而工作的一或多個離散控制器來分佈控制器。用於此種目的之分佈式控制器的例子為腔室中的一或多個積體電路，其與遠端（例如在平台等級或作為遠端電腦的一部分）的一或多個積體電路進行通信，這些積體電路相結合以控制腔室中的製程。

【0090】 非限制性地，根據本揭露內容之例示邊緣環可以安裝在半導體處理工具中或者是半導體處理工具的一部份，該工具係具有電漿蝕刻室或模組、沉積室或模組、旋轉清洗室或模組、金屬電鍍室或模組、清潔室或模組、斜面邊緣蝕刻室或模組、物理氣相沉積（PVD）室或模組、化學氣相沉積（CVD）室或模組、原子層沉積（ALD）室或模組、原子層蝕刻（ALE）室或模組、離子植入室或模組、徑跡室或模組、以及可以與半導體晶圓製造及/或生產中相關聯或用於其中之任何其他半導體處理系統。

【0091】 如上所述，取決於工具要執行的一或多個製程步驟，控制器可以與下列一或多個通信：其他工具電路或模組、其他工具組件、叢集工具、其他工具介面、相鄰工具、鄰近工具、位於工廠各處之工具、主電腦、另一控制器或在半導體製造工廠中用於將晶圓容器往返工具位置及/或裝載埠之材料運輸的工具。

【0092】 吾人應當理解，如果在本文中使用「對於一或多個<項目>中的每個<項目>」、「一或多個<項目>中的每個<項目>」等短語，其係包含單一項目

群和多項目群，即「對於...每個」的短語在程式語言中係用於指代任何項目群中的每個項目。例如，如果所引用項目的總體為單一項目，則「每個」將僅指代該單一項目（雖然事實上字典中對「每個」的定義經常是將該用語定義為指「兩個或多個物品中的每一個」），並不意味著必須至少有兩個這樣的項目。類似地，用語「集合」或「子集」本身不應被視為必然包含複數個項目——吾人應當理解，集合或子集可以僅包含一個成員或多個成員（除非上下文表明並非如此）。

結論

【0093】 儘管為了清楚理解的目的已經對前述實施例進行了一些詳細描述，但是顯然可以在所附申請專利範圍的範圍內實施某些變更和修改。吾人應注意有許多實施該等實施例之製程、系統及設備的不同方式。因此，該等實施例係視為說明性而非限制性，且該等實施例對本文給出之細節並未有任何限制。

【符號說明】

【0094】

100: 邊緣環

102: 半導體晶圓

104: 內部分

106: 外部分

108: 內邊緣

110: 圓形開口

112: 環中心軸

114: 直徑

116: 連接螺釘

118: 凹口區段

120: 凹口
122: 區段
124: 基座
128: 外底表面
130: 內底表面
132: 第一參考平面
134: 第二參考平面
136: 外邊緣
142: 頂表面
144: 頂部參考平面
156: 特徵部
158: 指狀物
160: 基部
162: 插孔
163: 端口
166: 銷
500: 邊緣環
502: 晶圓
504: 內部分
506: 外部分
507: 邊界
508: 內邊緣
518: 凹口區段
520: 凹口

524: 基座
526: 頂表面
528: 外底表面
532: 第一參考平面
534: 第二參考平面
536: 外邊緣
538: 懸垂部
542: 頂表面
544: 頂部參考平面
546: 凸部
548: 凸部底表面
570: 較高流導區域
572: 較低流導區域
700: 邊緣環
702: 半導體晶圓
704: 內部分
706: 外部分
707: 邊界
708: 內邊緣
710: 圓形開口
712: 環中心軸
722: 部分
724: 基座
726: 頂表面

728: 外底表面
730: 內底表面
732: 第一參考平面
734: 第二參考平面
736: 外邊緣
742: 頂表面
744: 頂部參考平面
750: 凹部
752: 凹部底表面
900: 邊緣環
902: 半導體晶圓
904: 內部分
906: 外部分
907: 邊界
908: 內邊緣
912: 環中心軸
924: 基座
926: 頂表面
928: 外底表面
930: 內底表面
932: 第一參考平面
934: 第二參考平面
936: 外邊緣
942: 頂表面

944: 頂部參考平面

950: 凹部

952: 凹部底表面

954: 切口部

960: 參考圓

1100: 邊緣環

1104: 內部分

1180: 第一凹部

1182: 第二凹部

1184: 第三凹部

1186: 第四凹部

1190: 第一凸部

1192: 第二凸部

1194: 第三凸部

1196: 第四凸部

1200: 邊緣環

1201: 晶圓處理室

1202: 半導體晶圓

1221: 晶圓處理站

1223: 噴淋頭

1224: 基座

1273: 晶圓處理器

1274: 控制器

1276: 記憶體

1278: 處理器

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種與直徑為 D 厚度為 T 之晶圓一起使用的邊緣環，其包含：
一外部分，具有一外底表面；以及
一內部分，具有一頂表面、一內底表面以及一內邊緣，
其中：

該外底表面界定了一第一參考平面，該第一參考平面係與該外底表面的至少一部份共平面；

該內底表面界定了一第二參考平面，該第二參考平面係與該第一參考平面平行，且與該內底表面的至少一部份重合；

該內底表面係介於該第一參考平面與該頂表面之間；

該內底表面與該第一參考平面係至少相距一距離 T ；

該內邊緣係具有一小於 D 的標稱內徑；以及

該邊緣環係包含下列者其中之一：

- a) 位於該內部分內之一凸部，具有介於該第一參考平面以及該第二參考平面之間的一凸部底表面；
- b) 一懸垂部，其材料位於以該邊緣環為中心的一圓形區域內，且其具有等於該標稱內徑的一直徑；或
- c) a)與b)兩者。

【請求項2】 如請求項1之與直徑為 D 厚度為 T 之晶圓一起使用的邊緣環，其中該內部分具有一或多個凹部，該一或多個凹部中的各者在該第二參考平面及該頂表面之間具有一凹部底表面。

【請求項3】 如請求項2之與直徑為 D 厚度為 T 之晶圓一起使用的邊緣環，其中該內部分具有三個凹部。

【請求項4】 如請求項2之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該一或多個凹部中的該各者開始於該內部分的該內邊緣處並延伸朝向該內部分之一外邊緣。

【請求項5】 如請求項2之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該一或多個凹部中之該凹部底表面中之各者係與該第二參考平面相距至少10 μm 。

【請求項6】 如請求項2之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該一或多個凹部中的該各者具有一弧形外邊緣。

【請求項7】 如請求項2之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該一或多個凹部中的該各者具有直線外邊緣。

【請求項8】 如請求項1之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該內部分具有一或多個成角度的扇形，於其中該內邊緣介於該圓型區域及該內部分之一外邊緣之間。

【請求項9】 如請求項8之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該內部分具有三個成角度的扇形。

【請求項10】 如請求項8之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中在該一或多個成角度的扇形中之各者處的該內邊緣係介於該圓型區域以及與該圓型區域同心且直徑為D的一參考圓之間。

【請求項11】 如請求項8之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中在該一或多個成角度的扇形中之各者處的該內邊緣為一弧形。

【請求項12】 如請求項8之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中在該一或多個成角度的扇形中之各者處的該內邊緣為直線。

【請求項13】 如請求項1之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該凸部底表面係位於該第一參考平面上方至少300 μm 。

【請求項14】 如請求項1之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該懸垂部具有作為該圓型區域之一弦的一懸垂內邊緣。

【請求項15】 如請求項1之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該懸垂部為扇形。

【請求項16】 如請求項1之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該懸垂部為U形。

【請求項17】 如請求項1之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該懸垂部在該第一參考平面及該第二參考平面之間具有一懸垂部底表面。

【請求項18】 如請求項1之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該內邊緣具有在D的95%及99.9%範圍內的一標稱內徑。

【請求項19】 如請求項1之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中該邊緣環係由一陶瓷材料所製成。

【請求項20】 如請求項1之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中更包含複數指狀物，其中：

該每一指狀物具有一基部、由該基部所支撐之一徑向向內延伸部、以及用以相對於該向內延伸部旋轉的一滾輪，以及

該每一指狀物之該基部係與該外底表面連接。

【請求項21】 如請求項1之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中D為約300mm。

【請求項22】 如請求項1之與直徑為D厚度為T之晶圓一起使用的邊緣環，其中T為約775 μm 。

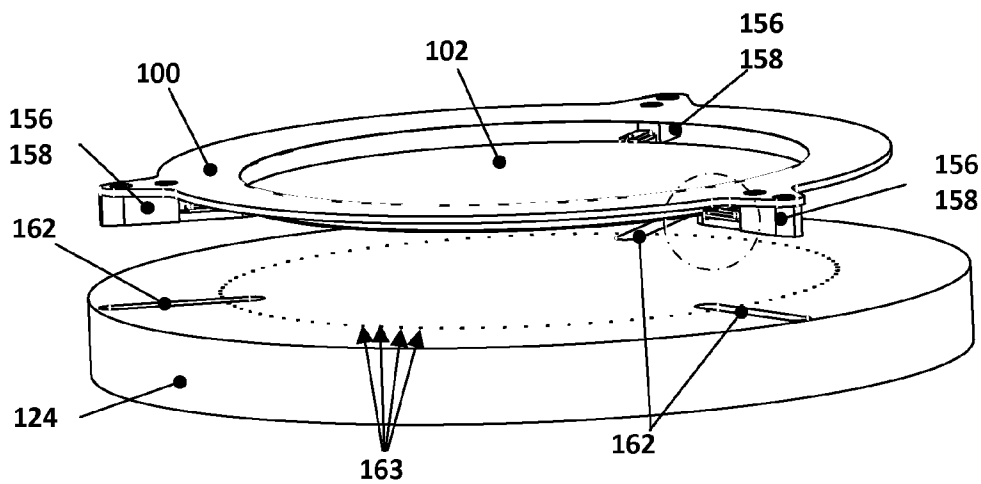


圖 2-1

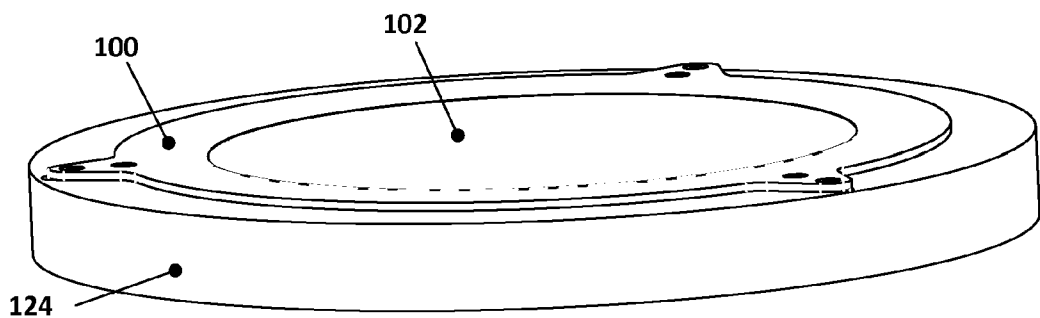


圖 2-2

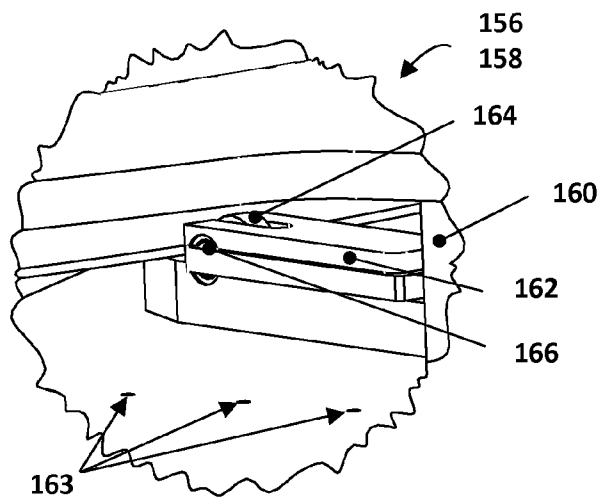


圖 2-3

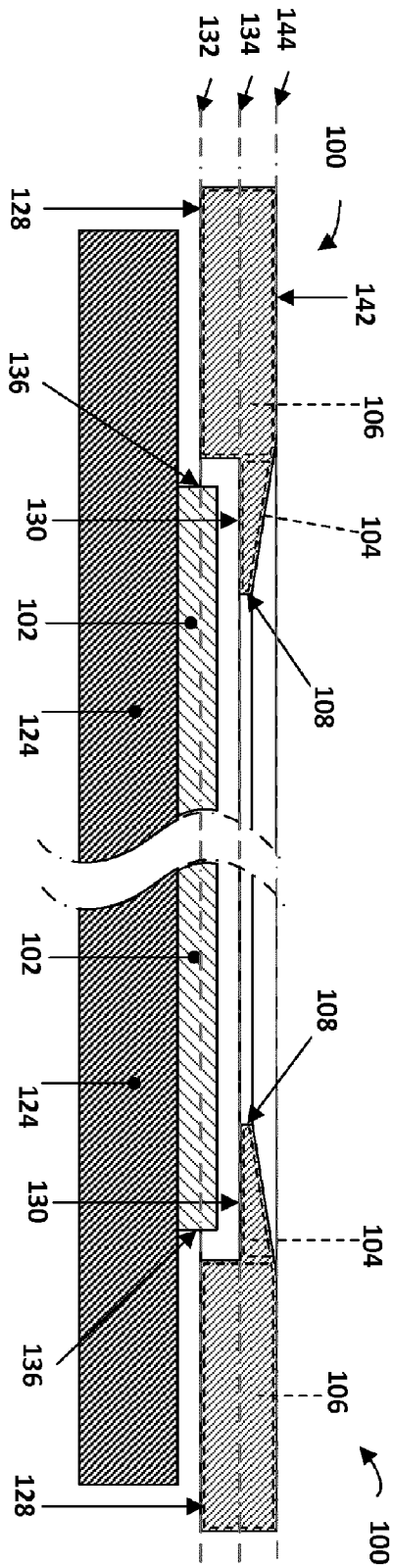


圖 3

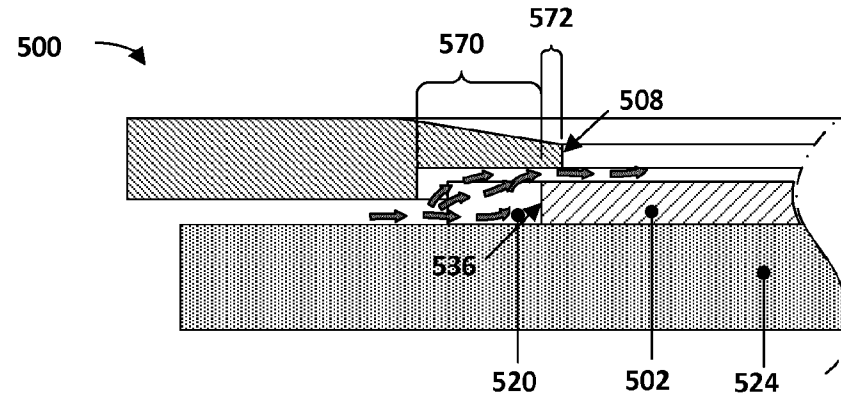
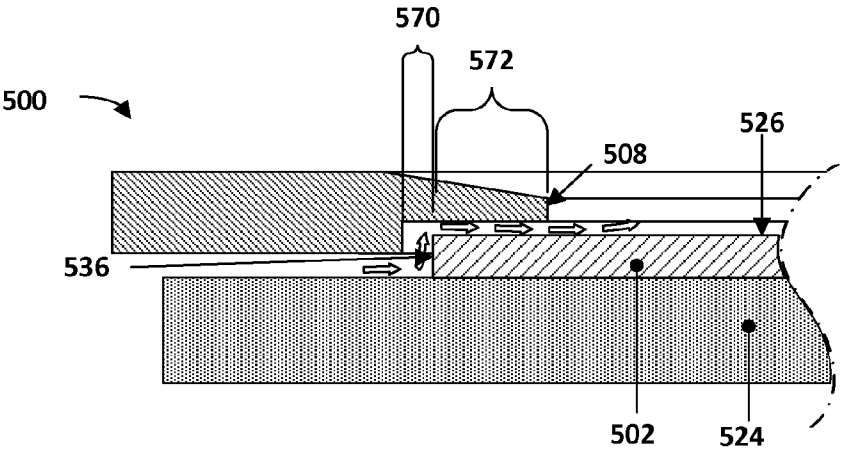


圖 4

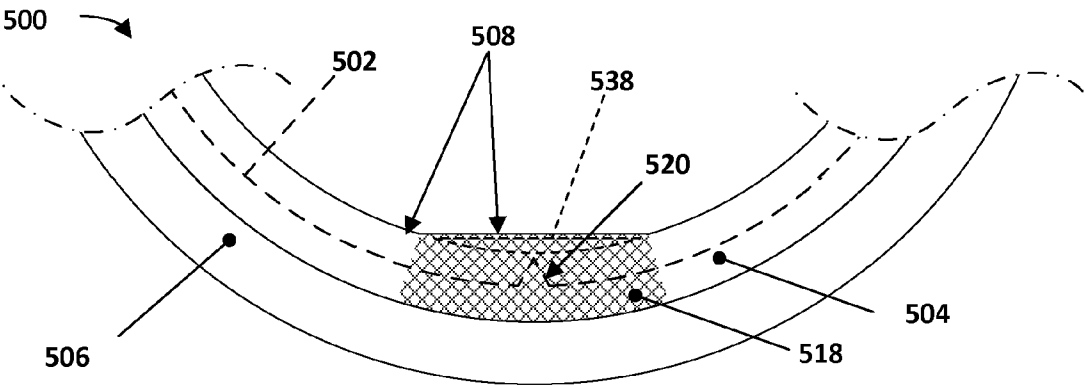


圖 5-1

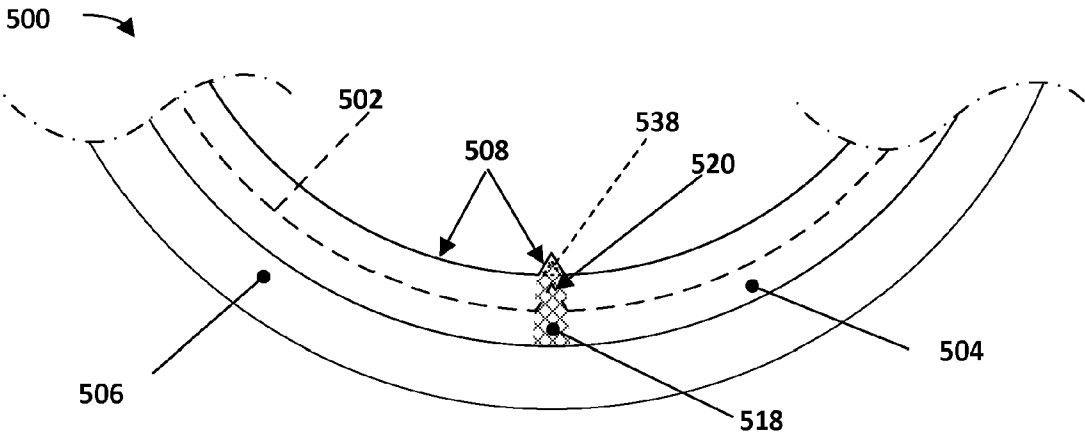


圖 5-2

6.1

1162

63

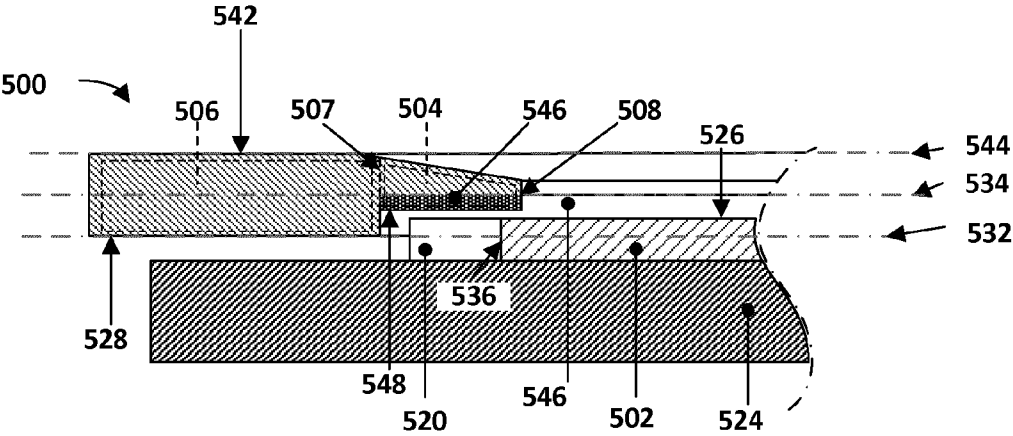


圖 6-4

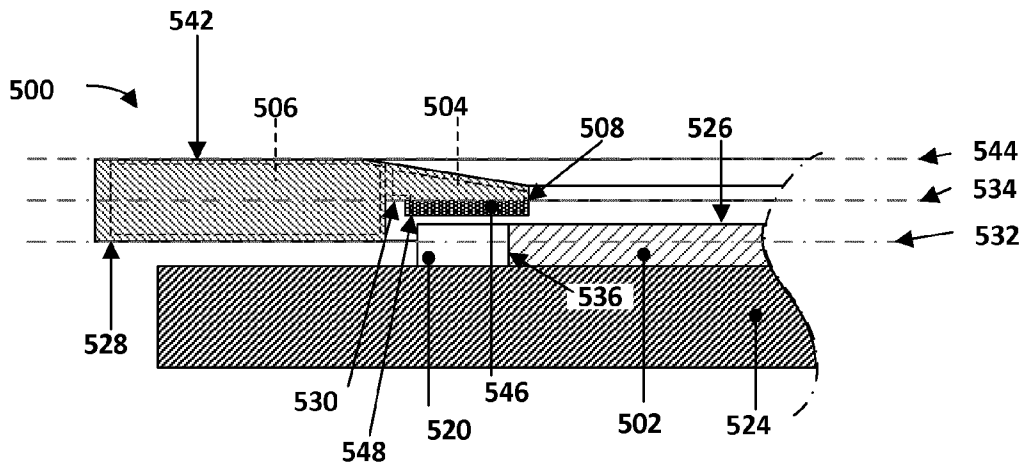


圖 6-5

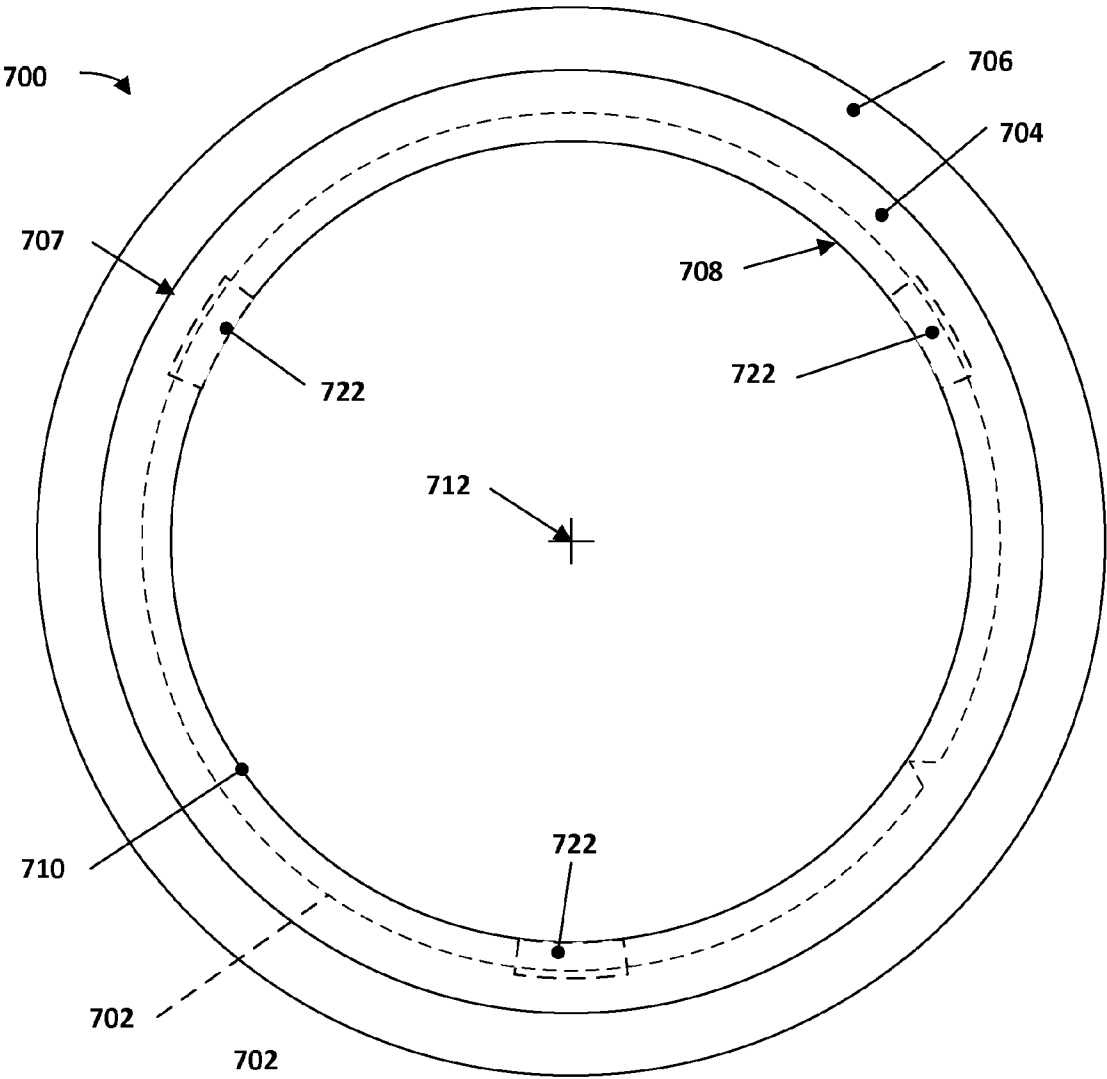


圖 7

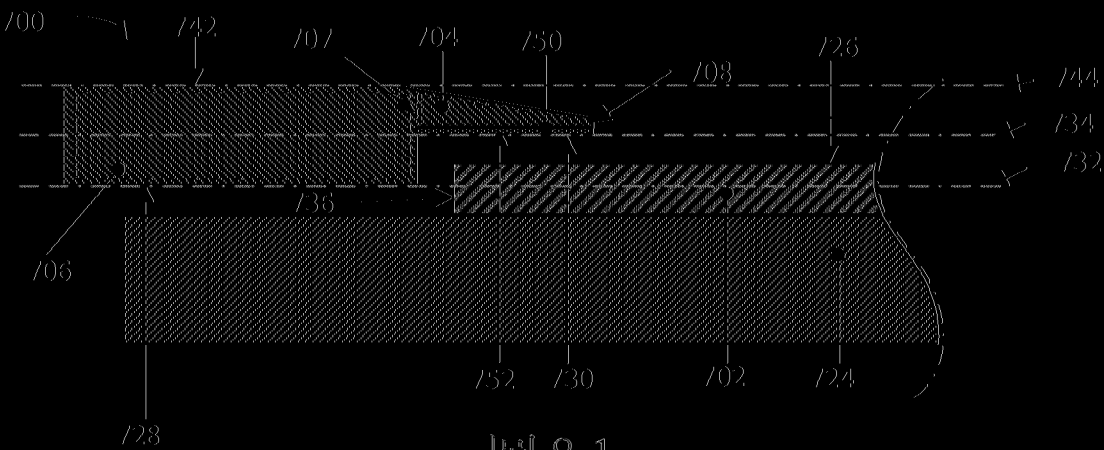


圖 8.1

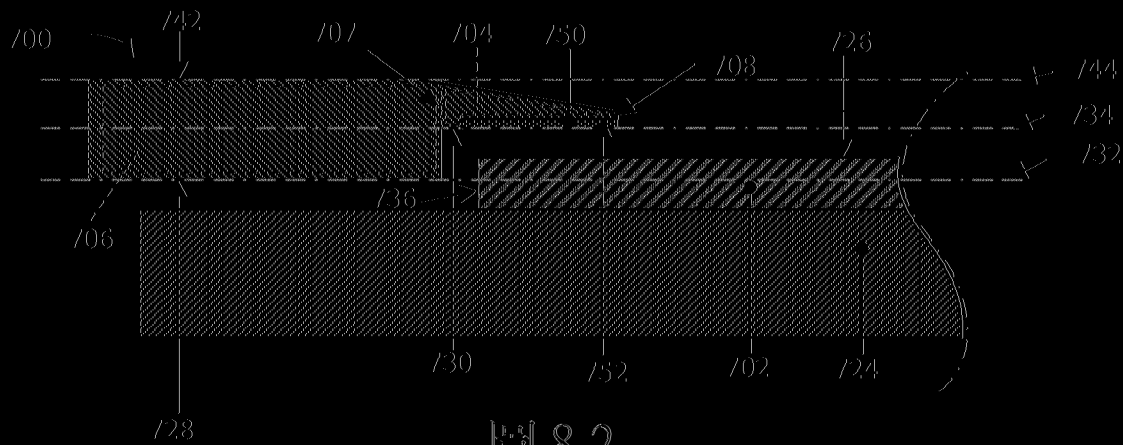


圖 8.2

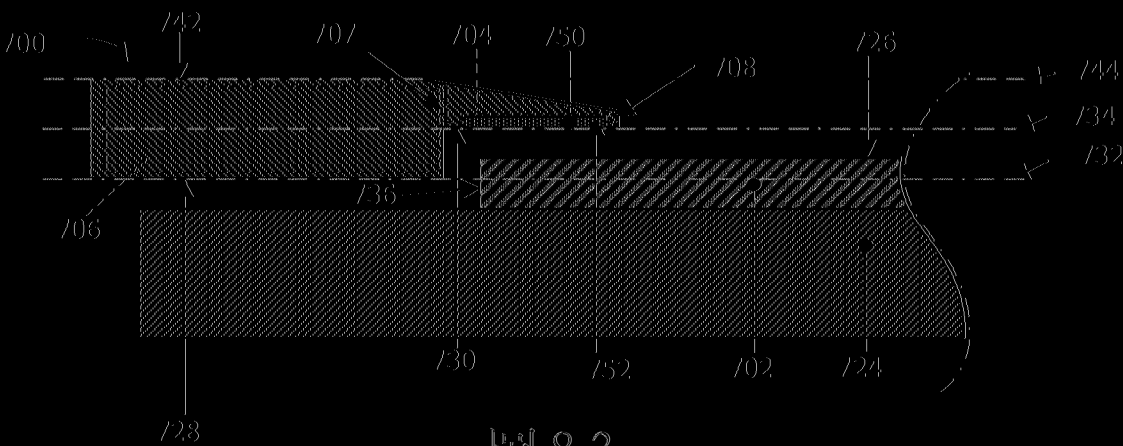


圖 8.3

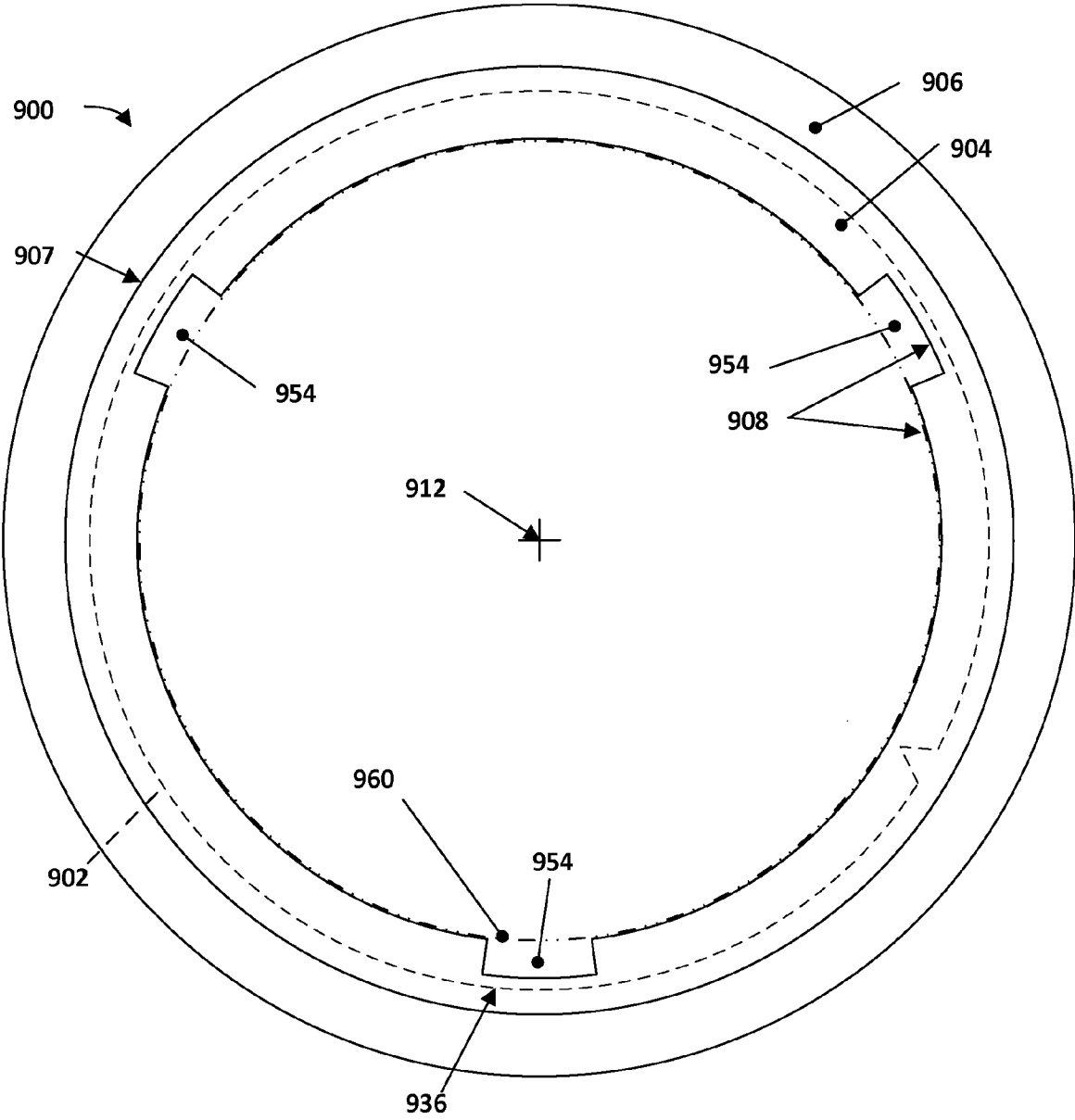


圖 9

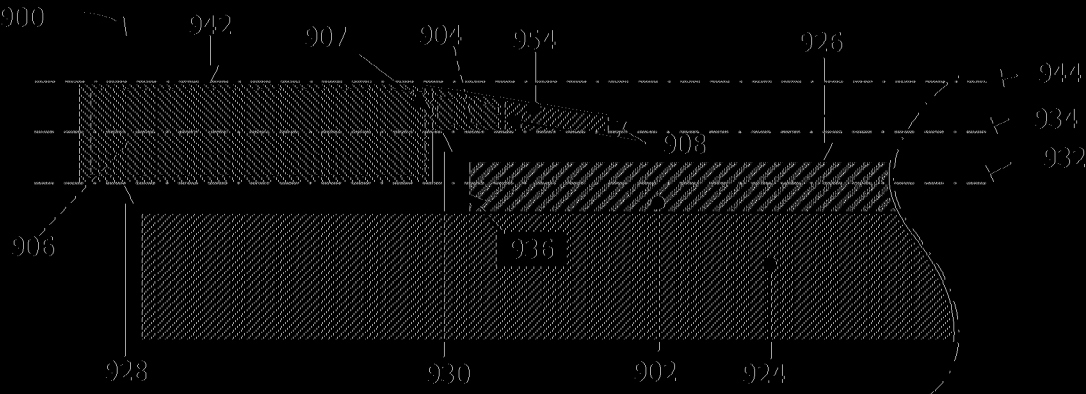


Fig 10.1

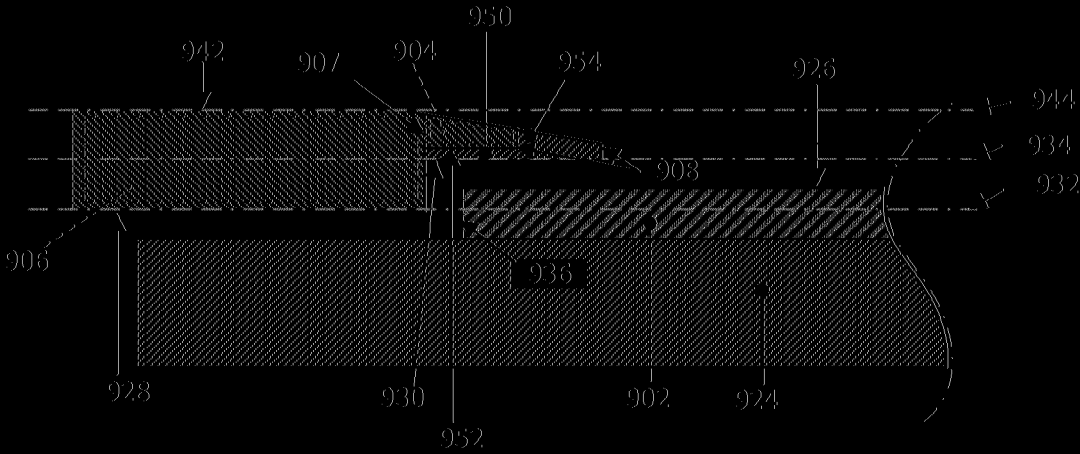


Fig 10.2

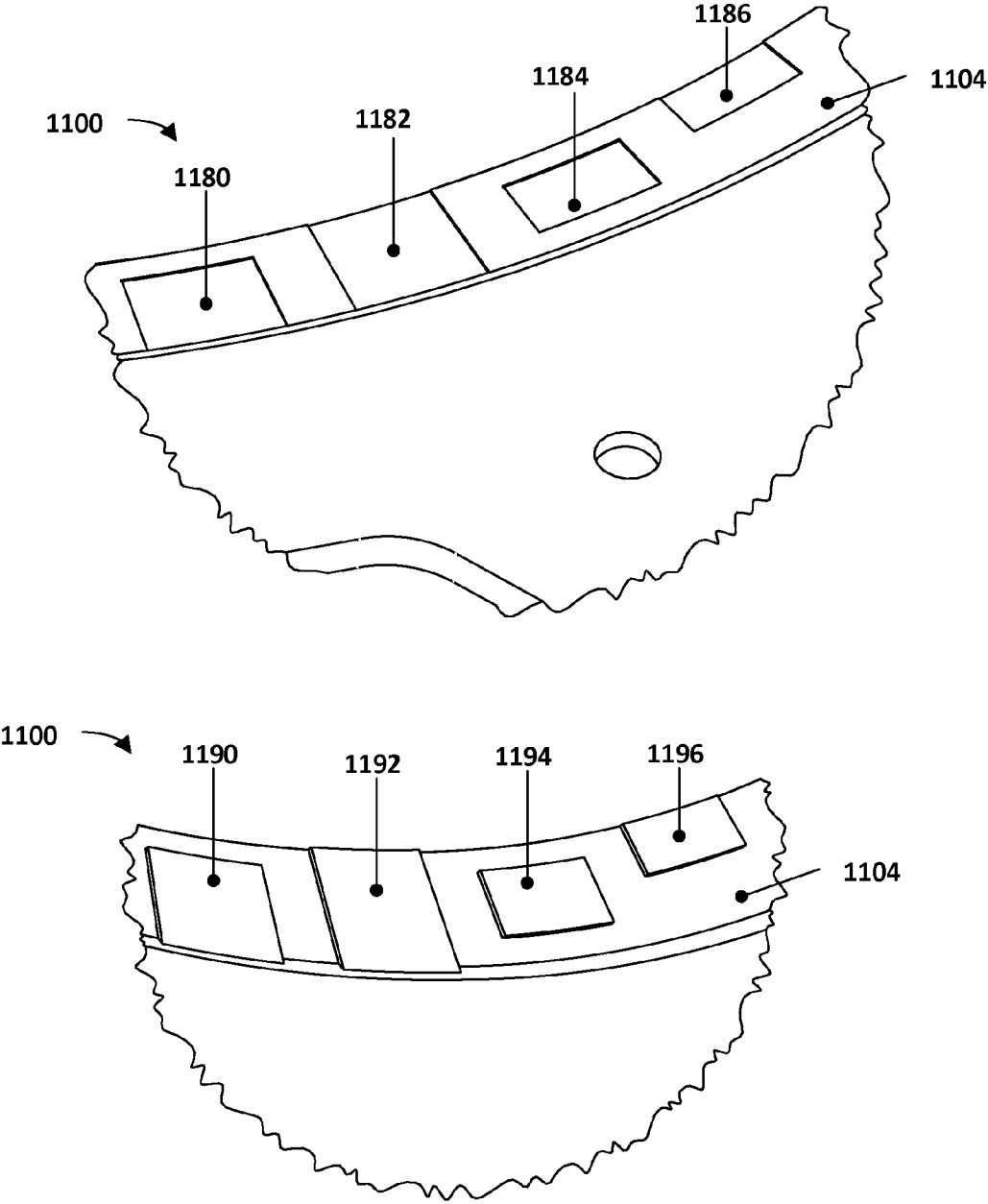


圖 11

