



(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 I772838 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：109123386

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 07 月 10 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/687 (2006.01)**H01L23/34 (2006.01)*

(30)優先權：2019/08/15 美國

16/542,062

(71)申請人：日商佳能股份有限公司 (日本) CANON KABUSHIKI KAISHA (JP)

日本

(72)發明人：崔 炳鎮 CHOI, BYUNG-JIN (US) ; 班柏格 賽西 BAMESBERGER, SETH J.

(US) ; 尹世赫 IM, SE-HYUK (KR)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 2018/0301368A1

審查人員：林弘恩

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：12 共 43 頁

(54)名稱

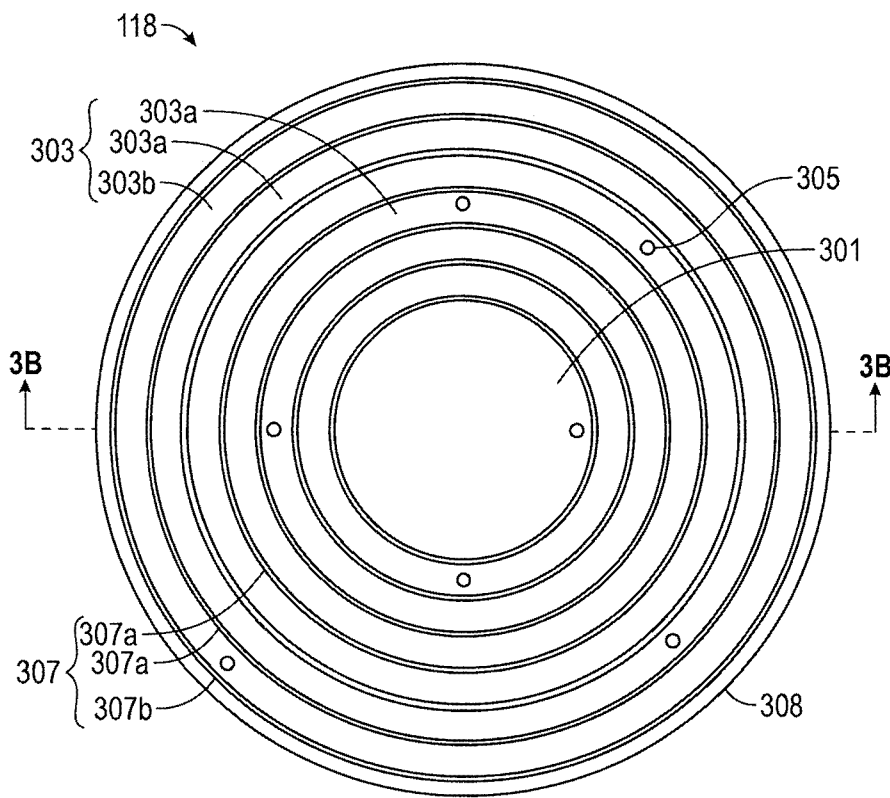
平坦化製程、設備及物品製造方法

(57)摘要

提供一種卡盤。所述卡盤，包括：從所述卡盤的表面突出的複數個凸台，所述凸台定義一系列區域；及在至少一所述區域中從所述卡盤的所述表面凹入的溝槽。

A chuck is provided. The chuck comprises a plurality of lands protruding from a surface of the chuck, the lands defining a series of zones; and a trenched recessed from the surface of the chuck in at least one of the zones.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 118:上覆層卡盤
 - 301:中心區域
 - 303:環區
 - 303a:內環區
 - 303b:外圍環區
 - 305:端口
 - 307:凸台
 - 307a:內凸台
 - 307b:外圍凸台
 - 308:通道

【圖 3a】



I772838

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

平坦化製程、設備及物品製造方法

【英文發明名稱】PLANARIZATION PROCESS, APPARATUS AND METHOD OF
MANUFACTURING AN ARTICLE**【中文】**

提供一種卡盤。所述卡盤，包括：從所述卡盤的表面突出的複數個凸台，所述凸台定義一系列區域；及在至少一所述區域中從所述卡盤的所述表面凹入的溝槽。

【英文】

A chuck is provided. The chuck comprises a plurality of lands protruding from a surface of the chuck, the lands defining a series of zones; and a trenched recessed from the surface of the chuck in at least one of the zones.

【指定代表圖】第(3A)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

118:上覆層卡盤

301:中心區域

303:環區

303a:內環區

303b:外圍環區

305:端口

307:凸台

307a:內凸台

307b:外圍凸台

308:通道

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

平坦化製程、設備及物品製造方法

【英文發明名稱】

PLANARIZATION PROCESS, APPARATUS AND METHOD OF
MANUFACTURING AN ARTICLE

【技術領域】

【0001】本公開關於基板處理，更具體地，關於半導體製造中的表面的平坦化。

【先前技術】

【0002】平坦化技術可用於製造半導體裝置。例如，用於製造半導體裝置的製程包括向基板重複地添加材料和從基板移除材料。該製程可以產生具有不規則的高度變化(即，形貌(topography))的層狀基板(layered substrate)，且隨著添加更多層，基板高度變化可以增加。高度變化對將添加更多的層到層狀基板的能力具有負面影響。單獨地，半導體基板(例如，矽晶圓)本身並不總是完美平坦的，且可以包括初始表面高度變化(即，形貌)。解決該問題的一種方法是在成層步驟(layering step)之間使基板平坦化。各種光刻圖案化方法得益於在平坦表面上的圖案化。在基於ArFi雷射的光刻中，平坦化可改善焦深(depth of focus,

DOF)，臨界尺寸(critical dimension, CD)和臨界尺寸均勻性(critical dimension uniformity)。在極紫外光刻(EUV)中，平坦化可改善特徵佈局和DOF。在奈米壓印光刻(NIL)中，平坦化可改善圖案轉移後的特徵填充和CD控制。

【0003】有時被稱為基於噴墨(inkjet-based)的自適應平坦化(IAP, inkjet-based adaptive planarization)的平坦化技術關於在基板和上覆層(superstrate)之間分配可聚合材料的可變液滴圖案，其中液滴圖案根據基板的形貌而變化。然後使上覆層與可聚合材料接觸，然後使該材料在基板上聚合，並除去上覆層。需要改善包括IAP技術的平坦化技術，以改善例如整個晶圓處理和半導體裝置製造。

【發明內容】

【0004】提供一種卡盤。所述卡盤包括至少複數個凸台和至少一溝槽。所述複數個凸台從所述卡盤的表面突出和定義一系列區域。所述溝槽形成在至少一區域中。所述一系列區域可以包括緊鄰所述複數個凸台的最外凸台的外圍區域和由所述外圍區域圍繞的複數個內部區域，且在遠離所述卡盤中心的區域，所述溝槽形成在至少一所述內部區域中。外圍區域寬度可以小於每個所述內環區的寬度。溝槽可以所述內部區域的寬度的一半的寬度形成在各所述內部區域。

【0005】卡盤可以還包括在鄰近卡盤中心的區域處的

外圍區域中形成的溝槽。一系列區域可包括緊鄰所述複數個凸台的最外凸台的外圍區域和被所述外圍區域圍繞的複數個內部區域，且定義所述一系列內部區域的凸台等距地彼此隔開。所述一系列區域可以包括緊鄰所述複數個凸台的最外凸台的外圍區域和由所述外圍區域圍繞的複數個內部區域，且所述最外凸台的高度小於定義所述內部區域的所述凸台高度。在至少一個區域中形成的溝槽的深度可以比每個凸台的高度大至少十倍。卡盤可以可以還包括與溝槽流體連通的流體端口。一系列區域可以圍繞卡盤的中心區域同心地佈置。卡盤可以被構造成將基板，上覆層或晶圓保持到其表面。基板，上覆層或晶圓可以通過將負壓施加到由凸台圍繞的區域透過卡盤來保持。

【0006】還提供一種使用卡盤的方法。所述卡盤具有由從所述卡盤的表面突出的複數個凸台定義的一系列區域，及在所述至少一系列區域中從卡盤所述的所述表面凹入的溝槽。上覆層被保留在所述卡盤的所述表面上。所述上覆層被推進以與分配基板的可成形材料接觸。用固化源固化所述可成形材料。在固化後，所述上覆層透過卡盤與所述固化的可成形材料分開。

【0007】溝槽可以形成在每個寬度小於各內部區域中的一半寬度的內部區域中。在一個區域的外圍區域中形成的溝槽靠近卡盤的中心。該方法可以還包括形成深度比每個凸台的高度大至少十倍的每個區域的溝槽。真空端口形成為與每個溝槽流體連通。一系列區域被限定為緊鄰負數

個凸台中的最外凸台的外圍區域和被該外圍區域圍繞的複數個內部區域。這些凸台定義彼此等距的一系列內部區域。

【0008】該方法可以還包括在由卡盤保持的基板上施加可成形材料。具有與卡盤相同結構的另一卡盤用於保持上覆層以推進使上覆層與可成形材料接觸。

【0009】提供了一種製造物品的方法。可成形材料被分配在基板上。上覆層用上覆層卡盤固定。上覆層卡盤由從其表面突出的負數個凸台以一系列區域定義為，且從上覆層卡盤的表面凹入的溝槽形成在一系列區域中的至少一個區域中。推進上覆層以與分配在基板上的可成形材料接觸。可成形材料用固化源固化。固化後，通過卡盤將上覆層與可成型材料分離。

【0010】當結合附圖和所提供的申請專利範圍閱讀以下對本公開的示例性實施例的詳細描述時，本公開的這些和其他目的，特徵和優點將變得顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0011】為可以詳細地理解本發明的特徵和優點，可以參照附圖中所示的實施例對本發明的實施例進行更具體的描述。然而，應注意，附圖僅示出本發明的典型實施例，因此不應視為對本發明範圍的限制，因為本發明可允許其他等效實施例。

【0012】[圖1]是示出平坦化系統的圖；

【0013】[圖 2a至 2c]示出平坦化製程；

【0014】[圖 3a至 3b]示出在一實施例的多區域上覆層卡盤；

【0015】[圖 4a至圖 4e]示出用於在基板上形成層的上覆層卡盤的操作；

【0016】[圖 5]是如圖 4a至圖 4e所示的平坦化製程的流程圖；

【0017】在一實施例中，[圖 6a]示出在基板和上覆層的堆疊的邊緣處引發的分離裂紋，[圖 6b]示出可伸縮銷(pin)與基板凹口的對準以引發這種分離裂紋。

【0018】[圖 6c]示出在另一實施例中在基板和上覆層的堆疊的邊緣處引發的分離裂紋；

【0019】[圖 7a至 7c]示出在分離裂紋開始並圍繞該堆疊的外圍傳播時基板和上覆層的堆疊的俯視圖；

【0020】[圖 8]顯示分離的基板和上覆層；

【0021】[圖 9]是如圖 7和 8所示的分離製程的流程圖；

【0022】[圖 10]示出在另一實施例中在基板和上覆層的堆疊的邊緣處引發的分離裂紋；

【0023】[圖 11a和 11b]示出具有改進的區域密封的另一實施例中的多區域上覆層卡盤；及

【0024】[圖 12]示出在圖 11a和 11b的上覆層卡盤的區域內的示例性溝槽結構的放大圖。

【0025】在所有附圖中，除非另有說明，否則相同的

附圖標記和字符用於表示所示實施例的類似特徵，元件，組件或部分。此外，儘管現在將參考附圖詳細描述本公開，但是結合說明性示例性實施例來完成本公開。意圖是可以對所描述的示例性實施例進行改變和修改，而不背離所附申請專利範圍所定義的本公開的真實範圍和精神。

【實施方式】

平坦化系統

【0026】圖1示出用於平坦化的系統。平坦化系統100用於平坦化基板102上的膜。基板102可以耦接到基板卡盤104。基板卡盤104可以是但不限於真空卡盤(vacuum chuck)，銷式卡盤(pin-type chuck)，凹槽式(groove-type)卡盤，靜電(electrostatic)卡盤，電磁(electromagnetic)卡盤等。

【0027】基板102和基板卡盤104可以進一步由基板定位台106支撐。基板定位台106可以沿著x-，y-，z-， θ -， ψ ，及 ϕ -軸中的一或多個提供平移及/或旋轉運動。基板定位台106，基板102和基板卡盤104也可以定位在基座(未示出)上。基板定位台可以是定位系統的一部分。

【0028】與基板102間隔開的是具有面對基板102的工作表面112的上覆層108。上覆層108可以由包括但不限於熔融二氧化矽(fused silica)，石英(quartz)，矽，有機聚合物(organic polymer)，矽氧烷聚合物(siloxane polymer)，硼矽玻璃(borosilicate glass)，碳氟化合物聚合物

(fluorocarbon polymer)，金屬，硬化藍寶石(hardened sapphire)及/或類似物。在一實施例中，上覆層對UV光是容易透明的。表面112通常具有與基板108的表面相同或略小的面積尺寸。

【0029】上覆層108可以耦接到上覆層卡盤118或由其固定。上覆層卡盤118可以是但不限於真空卡盤(vacuum chuck)，銷式卡盤(pin-type chuck)，凹槽型卡盤(groove-type chuck)，靜電卡盤(electrostatic chuck)，電磁卡盤(electromagnetic chuck)及/或其他類似的卡盤類型。上覆層卡盤118可以被配置為向跨過上覆層108變化的上覆層108施加應力，壓力及/或應變。在一實施例中，上覆層卡盤同樣容易對UV光透明。上覆層卡盤118可以包括諸如基於區域的真空卡盤(vacuum chuck)，致動器陣列(actuator array)，壓力囊(pressure bladder)等的系統，其可以向上覆層108的後表面施加壓力差以使模板彎曲和變形。在一實施例中，上覆層卡盤118包括基於區域的真空卡盤，其可將壓力差施加至上覆層的後表面，從而使上覆層彎曲和變形，如本文進一步詳述。

【0030】上覆層卡盤118可以耦接到為定位系統一部分的平坦化頭120。平坦化頭120可以可移動地耦接到橋。平坦化頭120可以包括一或多個致動器，諸如音圈馬達，壓電馬達，線性馬達，螺母和螺桿馬達等，其被配置為使上覆層卡盤118至少在z-軸方向，以及可能的其他方向(例如x軸，y軸， θ 軸， ψ 軸和 ϕ 軸)相對於基板102移動。

【0031】平坦化系統100可以進一步包括流體分配器122。流體分配器122也可以可移動地耦接至橋。在一實施例中，流體分配器122和平坦化頭120共享所有定位部件中的一或多個。在替代實施例中，流體分配器122和平坦化頭彼此獨立地移動。流體分配器122可用於將液態可成形材料124(例如，可光固化的可聚合材料)的液滴(droplet)沉積到基板102上，其中沉積材料的體積至少部分基於其形態輪廓在基板102的區域上變化。不同的流體分配器122可以使用不同的技術來分配可成形材料124。當可成形材料124是可噴射的時，可以使用噴墨型分配器來分配可成形材料。例如，熱噴墨，基於微機電系統(MEMS)的噴墨，閥式噴墨和壓電式噴墨是分配可噴射液體的常用技術。

【0032】平坦化系統100還可包括固化系統，該固化系統包括輻射源126，輻射源126沿曝光路徑128引導光化能(光化)例如UV輻射。平坦化頭120和基板定位台106可配置為將上覆層108和基板102與曝光路徑128重疊放置。在上覆層108已經接觸可成形材料124之後，輻射源126沿著曝光路徑128發送光化能。圖1示出當上覆層108不與可成形材料124接觸時的曝光路徑128。這樣做是出於說明的目的，以便可以容易地識別各個部件的相對位置。本領域技術人員將理解，當上覆層108與可成形材料124接觸時，曝光路徑128將基本上不改變。

【0033】平坦化系統100還可包括相機136，該相機136定位成在平坦化製程中當上覆層108接觸可成形材料

124時觀察可成形材料124的擴展。圖1示出便移式相機(field camera)的成像場的光軸138。如圖1所示，平坦化系統100可以包括一或多個光學組件(二向色鏡(dichroic mirror)，光束組合器(beam combiner)，稜鏡(prism)，透鏡(lense)，鏡子(mirror)等)，其將光化輻射與要由相機136檢測到的光組合。相機136可以包括CCD，感測器陣列，線性相機(line camera)和光電檢測器中的一或多個，其被配置為以一定波長收集光，該波長顯示出在上覆層108下方且與可成形材料124接觸的區域及在上覆層108下方且不與可成形材料124接觸的區域之間的對比度。相機136可被配置為提供上覆層108下方可成形材料124的擴展影像，及/或提供上覆層108與固化的可成形材料124的分離的影像。相機136還可被配置為測量干涉條紋，其隨著可成形材料124在表面112與基板表面之間的間隙之間擴展而變化。

【0034】平坦化系統100可以由與一或多個組件及/或子系統(例如基板卡盤104，基板定位台106，上覆層卡盤118，平坦化頭120，流體分配器122，輻射源126及/或相機136)通信的一或多個處理器140(控制器)進行調節，控制及/或引導。處理器140可基於儲存在非暫態電腦記憶體142中的電腦可讀程式中的指令進行操作。處理器140可以是或可以包括CPU，MPU，GPU，ASIC，FPGA，DSP和通用電腦中的一或多個。處理器140可以是專用控制器，或者可以是適於用作控制器的通用計算裝置。非暫態電腦可讀記憶體的示例包括但不限於RAM，ROM，CD，DVD，

藍光，硬碟驅動器，網路連接儲存(NAS)，內聯網(intranet)連接的非暫態電腦可讀儲存設備以及網際網路連接的非暫態電腦可讀儲存設備。

【0035】在操作中，平坦化頭120，基板定位台106或兩者都改變上覆層118和基板102之間的距離，以定義被填充可成形材料124的期望空間(在三個維度上的有界物理範圍)。例如，平坦化頭120可朝著基板移動並向上覆層108施加力，使得上覆層接觸並擴展可成形材料124的液滴，如本文進一步詳述。

平坦化製程

【0036】平坦化製程包括在圖2a-2c中示意性示出的步驟。如圖2a所示，將可成形材料124以液滴的形式分配到基板102上。如前所述，基板表面具有一些形貌，這可以基於先前的處理操作而己知，或者可以使用輪廓儀，AFM，SEM或基於光學干涉效應的光學表面輪廓儀(例如Zygo NewView 8200)進行測量。沉積的可成形材料124的局部體積密度會根據基板的形貌而變化。然後將上覆層108定位成與可成形材料124接觸。

【0037】圖2b示出在上覆層108已經與可成形材料124完全接觸之後但在聚合製程開始之前的後接觸步驟(post-contact step)。當上覆層108接觸可成形材料124時，液滴合併以形成可成形材料膜144，該可成形材料膜144填充上覆層108和基板102之間的空間。較佳地，填充製程以均勻

的方式進行，而沒有任何空氣或氣泡在上覆層 108 和基板 102 之間捕獲，以使非填充缺陷最小化。可成形材料 124 的聚合製程或固化可通過光化輻射(例如，UV 輻射)來引發。例如，圖 1 的輻射源 126 可以提供光化輻射，從而引起可成形材料膜 144 固化(cure)，硬化(solidify)及/或交叉結合(cross-link)，從而在基板 102 上定義固化的平坦化層 146。可選地，還可以通過使用熱，壓力，化學反應，其他類型的輻射或這些的任意組合來啟動可成形材料膜 144 的固化。一旦固化，形成平坦化層 146，就可以將上覆層 108 與其分離。圖 2c 示出在上覆層 108 分離之後在基板 102 上固化的平坦化層 146。然後，可以對基板和固化的層進行用於裝置(物品)製造的另外的已知步驟和製程，包括例如圖案化，固化，氧化，層形成，沉積，摻雜，平坦化，蝕刻，可成形材料去除，切割，粘合和封裝等。基板可以被處理以產生多個物品(裝置)。

在上覆層和基板之間擴展，填充和固化平坦化材料

【0038】當可成形材料液滴擴展，合併並填充上覆層與基板之間的間隙時，用於使上覆層 108 與基板之間的空氣或氣泡的捕獲(entrapment)最小化的一種方案是將上覆層定位成使其在基板的中心與可成形材料初始接觸，然後以中心到周邊的方式徑向進行進一步接觸。這需要上覆層或基板或兩者的變形(deflection)或彎曲，以在上覆層中產生彎曲輪廓。然而，考慮到上覆層 108 通常與基板 102 具有

相同或相似的面積尺寸，有用的整個上覆層彎曲曲率輪廓既需要上覆層的顯著垂直變形(deflection)，也需要上覆層卡盤和平坦化組件伴隨的垂直運動。對於控制，準確性和系統設計考慮，如此大的垂直變形和運動可能是不希望的。這種上覆層輪廓可通過例如向上覆層的內部區域施加背壓來獲得。然而，這樣做時，仍然需要周邊保持區域以將上覆層保持在上覆層卡盤上。如果在可成形的材料滴擴展和合併製程中將上覆層和基板的周邊邊緣都卡緊，則在該平坦的卡緊區域中將沒有可用的上覆層曲率輪廓。這可能會損害液滴的擴展和合併，也可能導致該區域出現非填充缺陷。另外，一旦可成形材料的擴展和填充完成，上覆層卡盤，被卡住的上覆層，可成形材料，基板和基板卡盤的所得疊層可能是過度限制的(over-constrain)系統。這可能導致所得的平坦化膜層的平坦化輪廓不均勻。也就是說，在這種過度限制的系統中，包括前-後表面平坦度在內的所有平坦度誤差或來自上覆層卡盤的變化都可以傳遞至上覆層並影響平坦化膜層的均勻性。

【0039】為解決上述問題，在一實施例中，如圖3a和3b所示，提供多區域上覆層卡盤118。上覆層卡盤118包括中心區域301和一系列圍繞中心區域301的環區303。環區303可被定義為邊緣，周長，或上覆層卡盤118周圍的外圍環區303b和位於中心區域301和外圍環區303b之間的多個內環區303a。多個環區303可以由從上覆層卡盤118的表面突出的一系列凸台307定義。如圖3a和3b所示，凸台307可

以圍繞中心區域301形成。在每個環區303中，形成至少一端口305以連接通過上覆層卡盤118，以允許壓力源向保持在其上的上覆層施加正壓或負壓，例如真空。

【0040】圖3b示出上覆層卡盤118的側視剖面圖。每個凸台307從上覆層卡盤118的表面以一定高度突出。凸台307包括圍繞外圍環區303b的外圍凸台307b和在中心區域301和外圍環區303b之間的一系列內凸台307a。如圖3b所示，內凸台307a具有基本相同的高度，而外圍凸台307b的高度小於內凸台307a的高度。上覆層卡盤118的中心區域301可以是圓形腔的形式，使得壓力源(未示出)可以通過相關的通道308和端口305施加空氣或氣體壓力以使保持的上覆層的中心部分變形。真空壓力同樣可以通過相同的通道和端口施加到中心區域301。上覆層卡盤118的中心區域301可以與保持的上覆層的中心部分對準。類似地，外圍環區303a可以與所保持的上覆層的周邊或外圍對齊。圍繞的環區303同樣設有用於施加壓力或真空的相應的通道308和端口305。

【0041】轉到圖4a-4e，示出用於沉積的可成形材料124的接觸，擴展和合併液滴的製程。如圖4a所示，在使上覆層108與可成形材料124接觸之前，通過端口305將正壓(由箭頭P表示)施加到上覆層卡盤118的中心區域301，到保持的上覆層108，將上覆層108的中心部分朝著可成形材料124變形。如圖4a所示，壓力P被施加到中心區域301，以將初始變形控制在預定範圍內並保持上覆層108的

預定曲率。同時，通過環區303中的端口305將負壓，較佳地，真空(由箭頭V表示)施加到上覆層108，以將上覆層108與上覆層卡盤118保持在一起。如圖4b所示，然後使上覆層108與可成形材料124的液滴初始接觸。

【0042】然後通過從鄰近中心區域301的內環區303a順序地釋放真空(V)，使上覆層108的變形從中心部分沿徑向向外的方向延伸。以這種方式，接觸可形成材料的液滴，擴展並合併以形成具有流體前沿的薄膜層，該流體前沿隨著上覆層接觸並順應基板而徑向向外發展。當從內環區303a依序釋放真空時，通過中心區域301施加的壓力P保持在期望值。壓力P也可以通過已經從中釋放真空的內環區303a中的通道308和端口305 施加到上覆層108。在圖4c所示的實施例中，已經從最靠近內部區域301的三個內環303a順序釋放真空，且隨著真空被順序釋放而依次施加壓力P。在此順序的真空釋放和加壓製程中，平坦化頭也可以向下移動。

【0043】然後，上覆層108的變形進一步沿徑向順序地延伸，直到從所有內環區303a釋放真空，同時保持經由外圍環區303b施加的真空V。對於每個內環區303a，一旦釋放真空，也施加壓力P。如圖4d中所示，當已經從所有內環區303a釋放真空時，除基板108的外圍通過穿過外圍區域303b施加的真空V保留由上覆層卡盤118保持之外，上覆層108被變形以順應基板102。這樣，上覆層108的邊緣保持在變形的彎曲狀態，以用於最終擴展和合併分配在基

板 102 的外圍上的可成形材料液滴。此外，外圍凸台 307b 相對於內凸台 307a 較低有利於保持這種曲率。

【0044】在圖 4e 中，然後釋放通過外圍環區 303b 施加的真空 V，以從上覆層卡盤 118 完全釋放上覆層 108。這提供多個優點。首先，通過從保持在彎曲狀態的外圍環區 303b 釋放上覆層 108 的周邊，可以以相同的中心-周邊徑向方式完成剩餘的可成形材料液滴的擴展和合併，從而繼續進行以最小化空氣或氣體的滯留以及由此引起的非填充缺陷。具體地，相對於內凸台 307a 凹入的外圍凸台 307b 允許上覆層 108 在釋放之前保持期望的曲率。其次，通過從上覆層卡盤 118 完全釋放上覆層 108，消除由於卡盤條件引起的上覆層 108 的任何過度限制，從而減少由於這種約束條件而可能發生的局部非均勻平坦化。第三，從上覆層卡盤 118 釋放上覆層 108 消除任何卡盤的非平坦度誤差或變化向上覆層 108 的轉移，這也減少局部的不均勻平坦化變化。

【0045】一旦釋放上覆層 108，就可以施加固化能量以固化可成形材料以形成平坦化層。如前所述，固化源可以用於固化可成形材料 124 的光束。在一實施例中，可以參照上覆層的直徑來調節或控制光束的尺寸。還可以控制光束以預定角度入射在基板上。在固化期間，可以調節基板 102 相對於固化源的橫向位置(即，在 XY 平面中)。在固化製程之後，如本文進一步所述，通過上覆層卡盤 118 再次保留上覆層 108，然後將上覆層 108 與基板分離。

【0046】圖 5 示出如圖 3 和 4 所示的平坦化製程的流程

圖。在步驟 501 中，將可成形材料液滴 124 分配在基板 102 上。在步驟 S502 中，上覆層 108 的中心區域向可成形材料液滴 124 變形。在步驟 S503 中，變形的上覆層 108 然後由上覆層卡盤 118 前進以與可成形材料 124 接觸。在步驟 S504 中，上覆層 108 的變形從中心區域朝向上覆層 108 的周邊延伸。在步驟 S506 中，然後，停止施加由上覆層卡盤 118 保持上覆層 108 的力，例如通過施加真空到上覆層 108 的周邊，從而使上覆層 108 從上覆層卡盤 118 釋放(即，卸下(de-chuck))。在步驟 S507 中，使可成形材料 124 固化。固化之後，上覆層 108 被上覆層卡盤 118 重新固定，以使上覆層 108 與固化的可成形材料 146 分離。

【0047】當使用例如 UV 光固化材料作為可成形材料 124 時，期望上覆層卡盤 118 是透明的，具有高 UV 光透射率 UV 固化(以及用於例如通過如圖 1 所示的相機 136 成像的高光透射率)。如上所述，如圖 3 和圖 4 所示，氣動供應通道 308 和端口 305，區域 303 和凸台 307 被整合到上覆層中。這些結構可能產生 UV 固化的問題。特別地，與沒有這種特徵的區域相比，在通道 308 和凸台 307 下方的區域中的 UV 透射率可以顯著降低，從而導致可成形材料的固化不足或固化不均勻。這種現象有時被稱為“陰影效應”。陰影效應在凸台 307 的邊緣處可能特別顯著。另外，當將上覆層 100 卡緊到凸台 307 時，由於兩個表面彼此不光學接觸，因此將存在薄的氣隙。這種細小的間隙有時會完全阻擋 UV。這種現象被稱為凸台和上覆層之間的“薄膜效應”。

【0048】對上述“陰影效應”的一種解決方案包括在從上覆層卡盤卸下(即釋放)上覆層之後，在 x ， y 及 z 或 θ 坐標上在晶圓台上移動上覆層和基板的堆疊。通過在 UV 曝光期間以這種方式移動晶圓台，本來可以保留在通道，端口和凸台下方的上覆層和基板區域可以周期性地移至上覆層卡盤下方不存在卡盤特徵的區域。所需的相對運動可通過以下公式(1)估算：

$$I_m = \frac{I_h(w_h - w_l) + I_l w_l}{w_h} \quad (1),$$

其中 I_m 是整個運動範圍內所需的平均強度， I_h 是橫跨卡盤無特徵區域的高強度(即最大的或“最大”強度)， I_l 是主體特徵處的強度(即最低或“低”強度)， w_h 是達到 I_m 的估計運動範圍， w_l 是主體特徵寬度(例如，凸台，端口或通道的寬度)。例如，假設在無特徵區域中 100% 的 UV 透射，並假設所需的 I_m 為該值的 90%，並進一步根據公式(1)假設 $w_l = 1 \text{ mm}$ ，則相對運動的所需範圍 $w_h = 8.0$ 毫米。可選地，可以通過使光源相對於上覆層卡盤斜傾 (tip) 或傾斜 (tilt) 來移動 UV 源，以更改入射在上覆層卡盤上的 UV 光的角速度，這也可以減小對象特徵附近的陰影效果。可以通過在 z 軸方向上進行相對運動以在上覆層和上覆層卡盤之間建立足夠的間隙來避免“薄膜效應”，例如，通過卸下上覆層並在 z 方向上從上層卡盤移開晶圓台。可以將上述各種解決方案單獨或組合使用，以提高某些區域的總 UV 劑量均勻性並使陰影和薄膜效應最小化。在各種實施例中，所施加的 UV 光束可以小於，等於或大於基板或上覆層。在

一實施例中，所施加的UV光束可以比容納上述相對運動 w_h 的尺寸的基板還大，同時繼續以曝光基板的全部於UV光。

從固化的平坦化膜層分離上覆層

【0049】一旦可成形材料固化並形成平坦化的膜層，就必須從形成的層上去除或釋放上覆層。然而，當上覆層和基板具有相同或相似的面積尺寸時，難以如所需要的那樣在上覆層和形成的層之間引發和傳播分離裂紋，以使上覆層與形成的層完全分離。此問題可以通過圖6-8中所示的結構和方法解決。如圖6a和6b所示，基板卡盤604包括位於卡盤的外圍的可伸縮銷606，其可與基板102上的凹口(notch)608對準。這種凹口(例如晶圓凹口)對於半導體晶圓是通用的，用於在流程和處理期間定向晶圓的目的。在操作中，可伸縮銷606定位成與位於基板102上的凹口608對準。為開始分離，銷606向上移動穿過凹口608並與上覆層108的邊緣處的點610接觸，如圖6a所示。由銷606施加的力足以在上覆層108和基板102上的固化層146之間引發分離裂紋601。一旦產生裂紋601，透過通過上覆層卡盤118的端口305施加真空壓力，上覆層108的邊緣向上覆層卡盤118變形。上覆層卡盤118的凸台307b比相鄰凸台307a短，這為上覆層108的邊緣變形離開基板102並朝向上覆層卡盤118提供空間。施加來產生裂紋601的力可以取決於上覆層，平坦化的膜層和基板的幾何和物理條件。可選地，

如圖 6c 所示，可以通過在基板 102 和上覆層 108 之間引入正壓力來產生裂紋 601。在此，基板卡盤 614 包括連接至正液壓源(未示出)的噴嘴 616。在激活噴嘴 616 後，正液壓 P_i 以足夠的力在上覆層 118 的邊緣傳遞通過噴嘴 616 到點 610，以引發分離裂紋 601。正液壓可包括清潔的乾燥空氣，氮氣或氮氣流。在產生裂紋 601 的同時，將上覆層 102 保持在上覆層卡盤 118 中，且將基板 102 保持在基板卡盤 104 上。

【0050】圖 7-8 示出分離的製程。圖 7a 示出與基板上形成的層完全接觸(如陰影區域所示)的上覆層 118 的俯視圖。在圖 7b 中，如上所述已經產生分離裂紋 601。一旦裂紋 601 開始，就將高流量的負壓或真空施加到上覆層卡盤 118 的外環區 303b，以接合上覆層 108 的邊緣並使分離裂紋 601 圍繞外環區 303b 傳播。該傳播從凹口 608 沿兩個方向沿周向進行，如箭頭 C 所示。為幫助裂紋 601 圍繞外環區 303b 傳播，隨著裂紋傳播的進行，可以在基板 102 和上覆層 108 之間提供附加的橫向空氣流(未示出)。圖 7c 示出裂紋 601 完全圍繞外環區 303b 傳播。

【0051】一旦分離裂紋已經在外環區周圍完全傳播，則可以沿著上覆層 108 的 Z 軸方向施加向上的運動以完成上覆層 108 與基板上的固化層的分離。圖 8 示出上覆層 108 與基板 102 完全分離。在完成分離時，上覆層 108 相對於基板 102 的顯著向上運動可在上覆層 108 與基板 102 之間的剩餘接觸區域中引起剪切應力。可選地，Z 方向運動可以在較早的期望位置處停止，且可以通過對內部及/或中心環區

持續施加真空壓力來推進和結束分離。通過在連續分離期間對內環區 303a 及 / 或中心區域 301 中的一或多個施加真空，可以使這種剪切應力最小化。

【0052】圖 9 示出如圖 7 和圖 8 所示和描述的分離製程的流程圖。在步驟 S901 中，在上覆層 108 和固化層之間引發分離裂紋。然後在步驟 S902 中，分離裂紋在上覆層 108 的周圍傳播。在步驟 S903 中，將上覆層的其餘部分與固化層分離。在上面討論的實施例中，上覆層 108 和基板 102 的分離包括：通過諸如推銷 (pushing pin) 或氣壓之類的機械力產生裂紋的步驟，向外部區域施加真空壓力以傳播裂紋，牢固地支持上覆層 108，以足夠安全的力在 Z 方向上向上移動上覆層 108 並遠離基板 102，以避免向上卸下上覆層的步驟，以及在向上的 Z 方向運動期間將真空施加到上覆層 108 的中心以完成分離的步驟。可選地或與上述 Z 方向運動方案結合，也可以通過從基板的一或多側連續施加高壓的平面內 (或橫向) 方向的流動來影響分離的傳播。

【0053】在圖 6 的實施例中，藉由機械銷 606 (圖 6a) 或流體噴嘴 616 (圖 6b) 透過施加向上的力通過晶圓凹口 608 來引發裂紋的產生。圖 10 示出構造成引發分離裂紋的基板卡盤的另一實施例。在此，基板卡盤 624 包括單獨的可伸縮銷 626，當上覆層 108 和基板非同心配置時，該可伸縮銷 626 可引發分離裂紋。這種非同心的配置導致上覆層 108 的部分 628 懸於基板 102 上。可以通過經由銷 626 的移動將力施加到懸置部分 110 上來產生裂紋 602。可選地，懸置部分

608也可以是通過使用比基板大一點的上覆層獲得的。以這種方式，上覆層108仍然可以與基板102同心地配置。在任何一種情況下，例如在圖6a或6b或其他實施例中，基板卡盤624可以進一步包括機械銷或噴嘴，該機械銷或噴嘴從銷626開始間隔開，以圍繞上覆層外圍產生多個點以引發分離裂紋。

上覆層卡盤

【0054】如上所述，上覆層108較佳地由上覆層卡盤118保持或支撐，該上覆層卡盤118將壓力或真空(負壓)施加到由凸台307從卡盤表面延伸定義的環區303內的上覆層和卡盤表面之間的體積。除最外側的凸台307a之外，內側的凸台307b較佳地具有相同的高度，使得相鄰的內側的凸台307b之間的間隙的深度保持恆定。由於諸如使氣體填充或抽空回應時間最小化，凸台剛度特性，例如膨脹或收縮等的限制熱效應之類的原因，凸台高度(即，間隙的深度)通常保持非常小，例如，大約幾十至數千微米。在操作中，當將真空施加到環區以使上覆層保持抵靠該區域的凸台時，在上覆層-凸台界面處形成真空密封。但是，當在卡真空的相反方向向上覆層施加足夠的力或壓力時，基板可能會從卡盤的凸台上抬起。在上覆層和凸台之間的一定間隙處，真空密封失效或以其他方式洩漏，從而導致區域內的真空壓力降低甚至為零。上覆層可能會意外地從卡盤上卸下。此外，即使未卸下上覆層，真空洩漏也會破壞所

需的控制水平，例如，當在圖4和5的製程中依次釋放相鄰的環區中的真空壓力時。在外部凸台上的這種洩漏也可能不利地影響在圖4至5的製程中對上覆層的期望的外邊緣曲率的受控保持。類似地，在圖7至9的製程中，外部凸台洩漏會破壞分離裂紋的產生和擴展。

【0055】為應對這種不希望洩漏，如圖11a和11b所示，提供包括溝槽結構1109的上覆層卡盤1118。類似於上覆層卡盤118，上覆層卡盤1118同樣包括多個凸台307，其可被定義為從上覆層卡盤1118的表面1119突出的一系列內凸台307a和外圍凸台307b。如圖11b和12所示，表面1119是用於保持或維持上覆層108的保持或維持表面。一系列的內部區域303a由凸台307a定義。在至少一環區303中，形成從卡盤1118的表面凹入的溝槽1109。該溝槽可以是同心的且位於環區的相應凸台之間。形成在內環區303a中的溝槽1109a相對於相關聯的內環區寬度定位在遠離卡盤1118的中心的位置。相反，形成在外圍環區303b中的溝槽1109b位於相對於外環區寬度而言最接近基板卡盤1118的中心的區域。即，形成在內環區303a中的溝槽1109a形成在相應的內環區303a的外徑處，而形成在外圍環區303b中的溝槽1109b形成在外圍區303b的內徑處。

【0056】在操作中，溝槽1109用作緩衝器，該緩衝器提供均勻的高真空壓力源，即使在遠離溝槽的凸台上的上覆層之間存在間隙，該高真空壓力也繼續作用於上覆層。以這種方式，可以以受控的方式順序地向外徑向釋放真空

並將正壓施加到中心區域和相鄰的環區。即，即使將正壓施加到相鄰的內部區域，正壓的施加量可以使上覆層變形到足以在遠側凸台產生間隙的程度，也可以維持在給定的環區中施加的真空壓力。換句話說，提供溝槽 1109 允許容忍一些洩漏，而不破壞預期的製程。類似地，位於外圍環區具有較小的外凸台高度的溝槽 1109b 即使在外凸台存在小間隙的情況下也能在外環區中保持足夠的真空壓力。這使得上覆層的外圍能夠保持在所需的曲率上，即使存在一些洩漏，可用於使沉積的可成形材料液滴的最終擴展和合併(請參見圖 4d)，也用於分離裂紋的產生和擴展(例如參見圖 6)。

【0057】圖 12 是示例性溝槽結構 1109b 的放大剖面圖。實現所需的真空緩衝性能所需的特定溝槽尺寸和在環區內的相關位置取決於上覆層卡盤的凸台高度和環區的寬度。在圖 12 所示的示例中，溝槽 1109b 位於環形區 303b 內且從卡盤表面凹入。在該示例中，外凸台 307b 的高度 h_1 小於內凸台 307a 的高度 h_2 。在典型的使用中，凸台高度的差異可以在約 5 微米至約 50 微米的範圍內。環區 303b 具有寬度 d 。溝槽 1109b 定位成第一邊緣距凸台 307b 的距離為 d_1 ，第二邊緣距凸台 307a 的距離為 d_2 。溝槽 1109b 具有深度 h_3 和寬度 d_3 。在本實施例中，這些參數之間的關係滿足以下條件：

$$h_1 < h_2$$

$$h_3 > 10h_2$$

$$d_3 < 0.5d$$

$$d_1 > d_2 + d_3。$$

將溝槽 1109b 連接到壓力源(未示出)的端口 305 與溝槽相交或位於溝槽內。如果端口不與溝槽相交，則無法維持所需的高壓，且溝槽將無效。在上述實施例中，外凸台 h_1 是預期發生洩漏的地方。對於內環溝槽 1109b，凸台高度可以相同，即， $h_1 = h_2$ 。在這種情況下，距離 d_1 是從預期洩漏的指定凸台(即 h_1 或 h_2)開始測量的。例如，在圖 11a 和 11b 的實施例中，內環區 303a 包括溝槽 1109a，其位於更靠近其各自環區的外凸台(從卡盤中心徑向測量)以減輕在順序真空釋放和隨後的加壓期間內凸台的洩漏，如在與圖 4-5 相關聯的製程中所描述。

【0058】鑑於此描述，各個態樣的進一步修改和替代實施例對於本領域技術人員將是顯而易見的。因此，該描述應被解釋為僅是說明性的。應當理解，本文示出和描述的形式將被視為實施例的示例。受益於本說明書，對於本領域的技術人員顯而易見的是，元件和材料可以代替本文中圖示和描述的那些，且零件和製程可以顛倒，且某些特徵可以獨立地利用。

【符號說明】

【0059】

100:平坦化系統

102:基板

104:基板卡盤
 106:基板定位台
 108:上覆層
 110:部分
 112:表面
 118:上覆層卡盤
 120:平坦化頭
 122:流體分配器
 124:可成形材料
 126:輻射源
 128:可成形材料
 136:相機
 138:光軸
 140:處理器
 142:非暫態電腦記憶體
 144:可成形材料膜
 146:平坦化層
 301:中心區域
 303:環區
 305:端口
 307:凸台
 308:通道
 601:分離裂紋
 604:基板卡盤

606:可伸縮銷

608:凹口

610:點

614:基板卡盤

616:噴嘴

624:基板卡盤

626:可伸縮銷

628:部分

1109:溝槽結構

1118:上覆層卡盤

1119:表面

1109a:溝槽

1109b:溝槽

303a:內環區

303b:外圍環區

307a:內凸台

307b:外圍凸台

C:箭頭

d:寬度

d_1 :距離

d_2 :距離

d_3 :寬度

h_1 :高度

h_2 :高度

h_3 :深度

P:箭頭

P_I :正液壓

S501:步驟

S502:步驟

S503:步驟

S504:步驟

S506:步驟

S507:步驟

S508:步驟

S901:步驟

S902:步驟

S903:步驟

x:軸

y:軸

z:軸

θ :軸

ψ :軸

ϕ :軸

I_m -.整個運動範圍內所需的平均強度

I_l :主體特徵處的強度

w_h -.達到 I_m 的估計運動範圍

w_l :主體特徵寬度

I_h :橫跨卡盤無特徵區域的高強度

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種用於半導體製造的基板卡盤，包括：

從所述基板卡盤的表面突出的複數個凸台，所述凸台定義一系列區域；及

在至少一所述區域中從所述基板卡盤的所述表面凹入的溝槽；

其中，該系列區域包括緊鄰所述複數個凸台的最外凸台的外圍區域和被所述外圍區域圍繞的一或多個內部區域，且在遠離所述基板卡盤中心的區域，所述溝槽形成在至少一所述內部區域中；及

在靠近所述基板卡盤的所述中心的區域處在所述外圍區域中形成所述溝槽。

【請求項 2】根據請求項 1 所述的基板卡盤，其中，所述外圍區域的寬度小於每個所述一或多個內環區的寬度。

【請求項 3】根據請求項 1 所述的基板卡盤，其中，所述一或多個內部區域之所述至少一者中的所述溝槽的寬度小於所述內部區域的一半寬度。

【請求項 4】根據請求項 1 所述的基板卡盤，其中，定義所述一或多個內部區域的所述凸台等距地彼此隔開。

【請求項 5】根據請求項 1 所述的基板卡盤，其中，所述最外凸台的高度小於定義所述內部區域的所述凸台高度。

【請求項 6】根據請求項 1 所述的基板卡盤，其中，每

個所述區域的所述溝槽的深度比每個所述凸台的高度大至少十倍。

【請求項 7】根據請求項 1 所述的基板卡盤，還包括與所述溝槽流體連通的流體端口。

【請求項 8】根據請求項 1 所述的基板卡盤，其中，所述一或多個內部區域圍繞所述基板卡盤的中心區域同心地配置。

【請求項 9】根據請求項 1 所述的基板卡盤，其中，所述基板卡盤被配置為將基板、上覆層或晶圓保持到其所述表面。

【請求項 10】根據請求項 1 所述的基板卡盤，其中，所述基板卡盤被配置透過施加負壓至由所述凸台圍繞的區域以保持基板、上覆層或晶圓。

【請求項 11】一種在半導體製造使用卡盤的方法，包括：

提供卡盤，所述卡盤具有由從所述卡盤的表面突出的複數個凸台定義的一系列區域，及在至少一所述一系列區域中從所述卡盤的所述表面凹入的溝槽；

在所述卡盤的所述表面上保留上覆層；

推進所述上覆層以與分配所述基板的可成形材料接觸；

用固化源固化所述可成形材料；及

將所述上覆層與所述固化的可成形材料分開；

其中，該系列區域包括緊鄰所述複數個凸台的最外凸

台的外圍區域和被所述外圍區域圍繞的一或多個內部區域，且在遠離所述卡盤中心的區域，所述溝槽形成在每個所述內部區域中。

【請求項 12】根據請求項 11 所述的方法，其中，在每個所述內部區域中形成的所述溝槽的寬度小於每個所述內部區域的一半寬度。

【請求項 13】根據請求項 11 所述的方法，其中，所述溝槽形成在鄰近所述卡盤的所述中心的區域中的所述外圍區域中。

【請求項 14】如請求項 11 所述的方法，其中，在每個所述區域中形成的所述溝槽的深度至少大於每個所述凸台的十倍高度。

【請求項 15】根據請求項 11 所述的方法，其中，所述卡盤還包括與每個所述溝槽流體連通的真空端口。

【請求項 16】根據請求項 11 所述的方法，其中，所述一系列區域包括緊鄰所述複數個凸台的最外凸台的外圍區域和由所述外圍區域圍繞的複數個內部區域，且定義所述一系列內部區域的所述凸台等距地彼此隔開。

【請求項 17】一種在半導體製造中製造物品的方法，包括：

在基板上分配可成形材料；

以上覆層卡盤固定上覆層，其中：

所述上覆層卡盤以透過從其表面突出的負數個凸台的一系列區域定義；及

在至少一所述一系列區域中形成有從所述上覆層卡盤的所述表面凹入的溝槽；

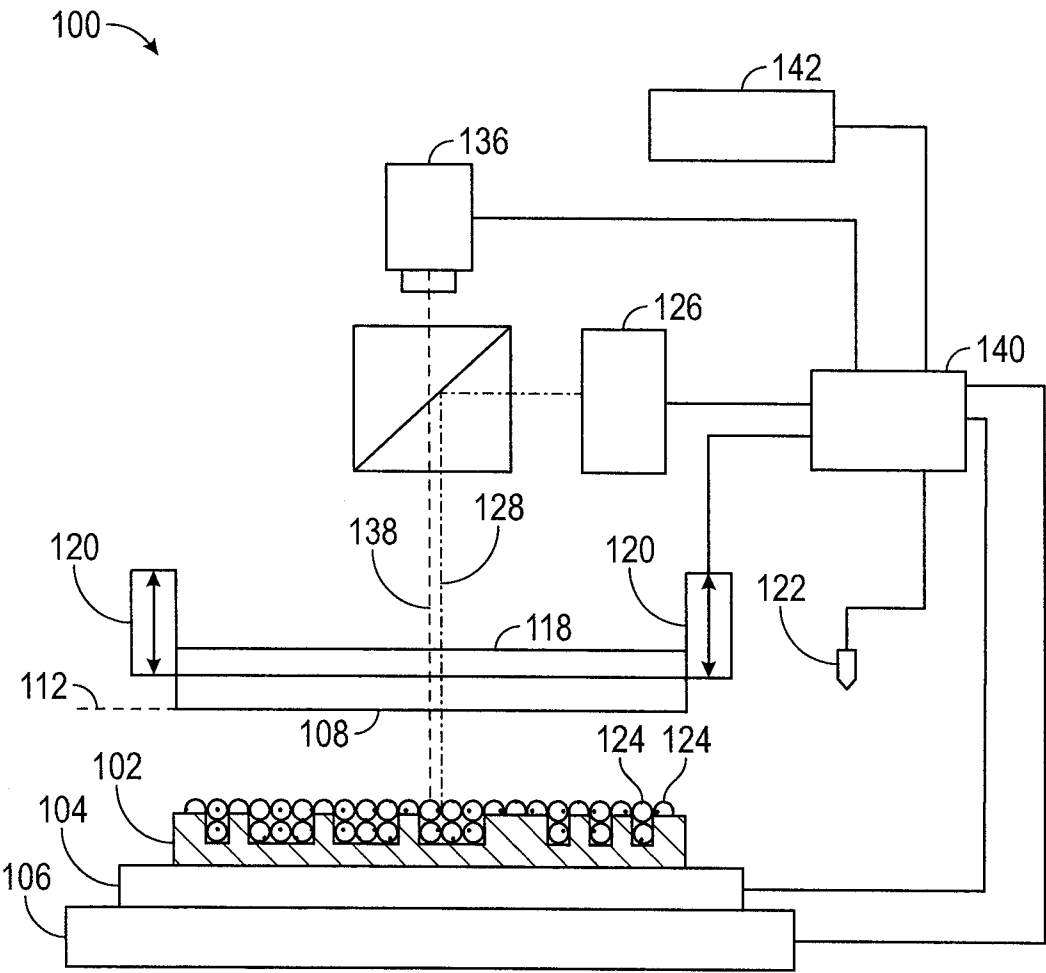
推進所述上覆層以與分配在所述基板上的可成形材料接觸；

用固化源固化所述可成形材料；及

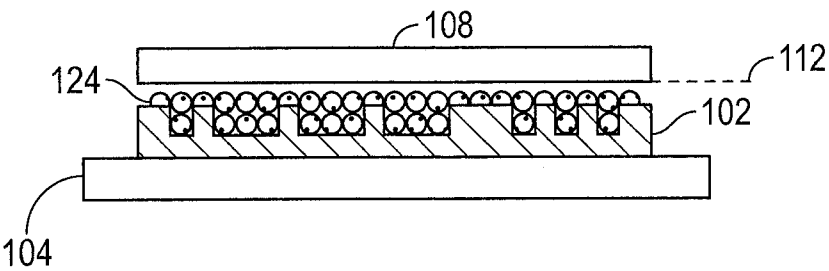
將所述上覆層與所述固化的可成形材料分開；

其中，該系列區域包括緊鄰所述複數個凸台的最外凸台的外圍區域和被所述外圍區域圍繞的複數個一或多個內部區域，且在遠離所述卡盤中心的區域，所述溝槽形成在每個所述內部區域中。

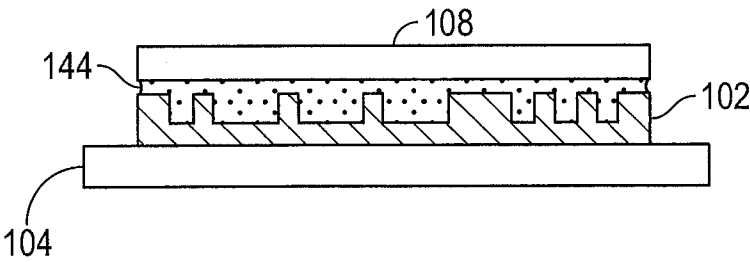
【發明圖式】



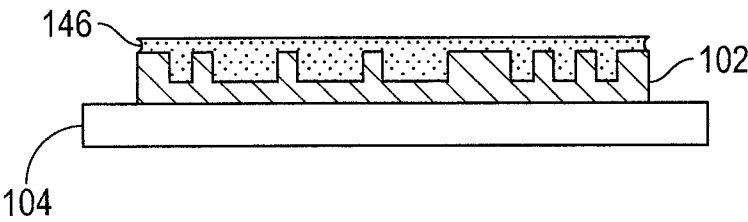
【圖 1】



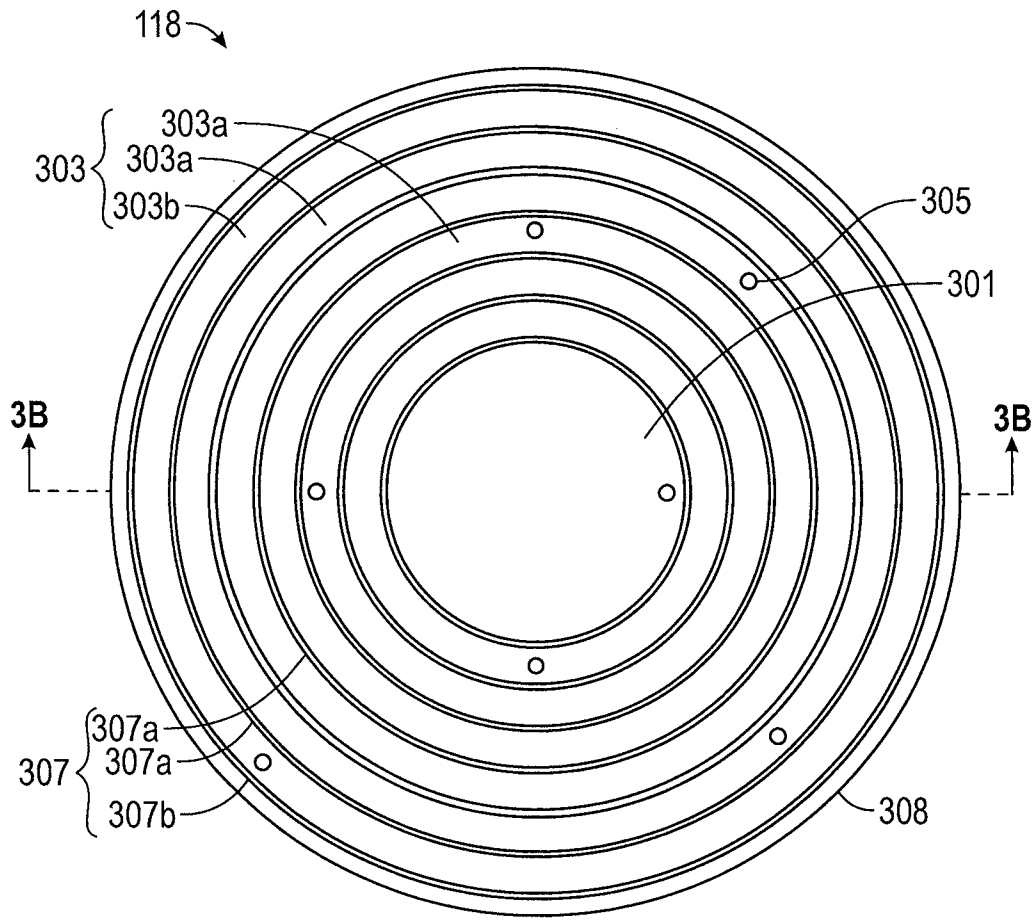
【圖 2a】



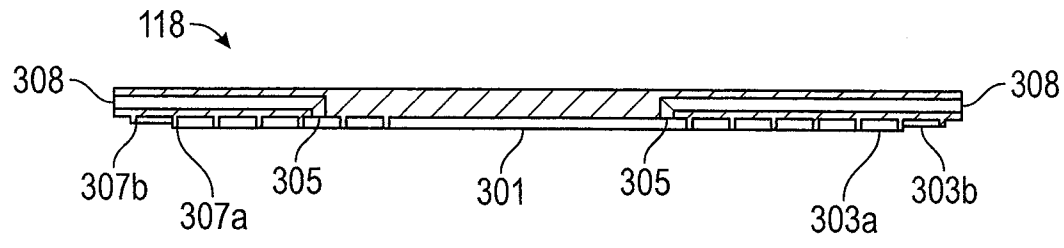
【圖 2b】



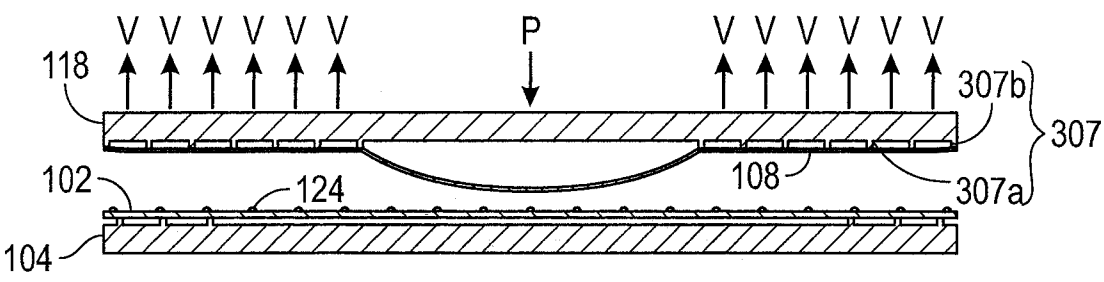
【圖 2c】



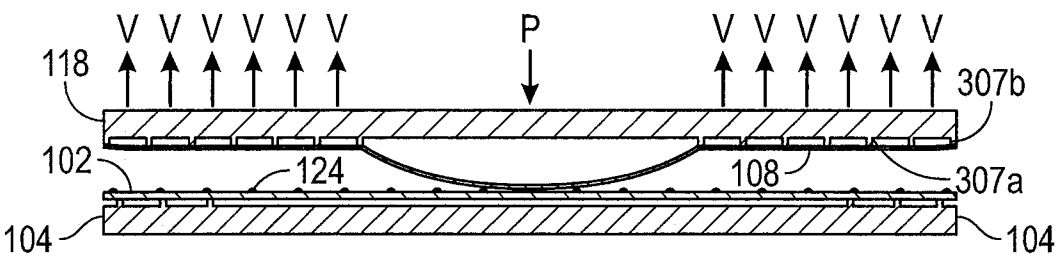
【圖 3a】



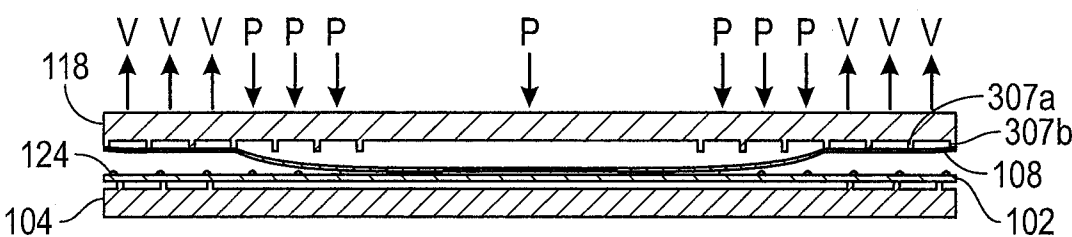
【圖 3b】



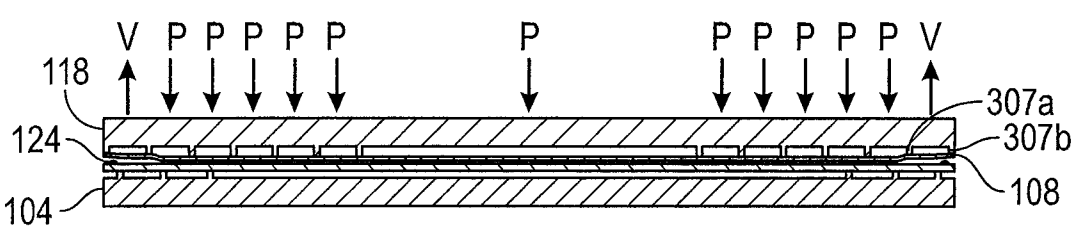
【圖 4a】



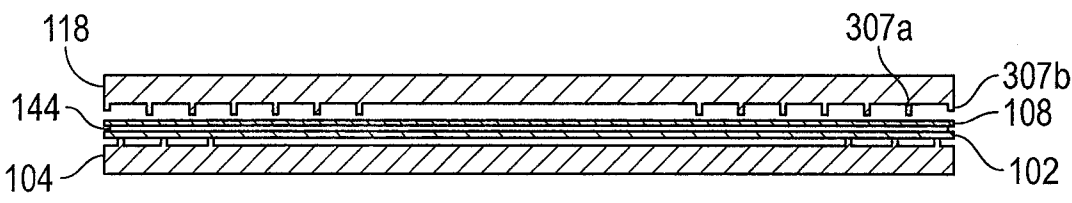
【圖 4b】



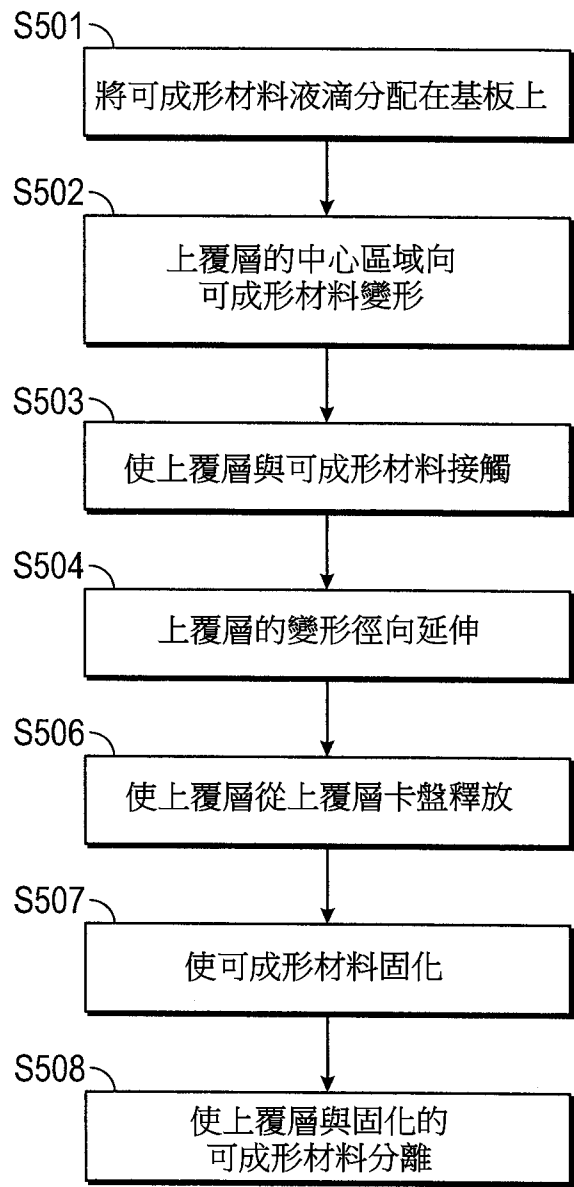
【圖 4c】



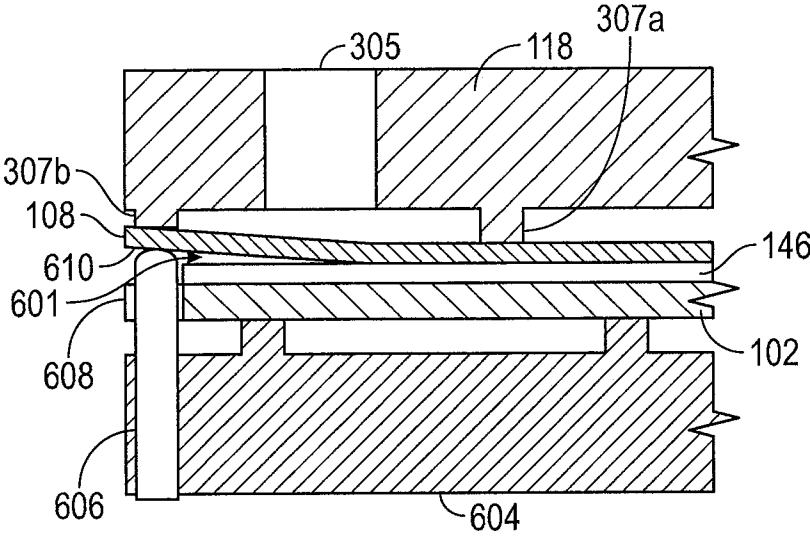
【圖 4d】



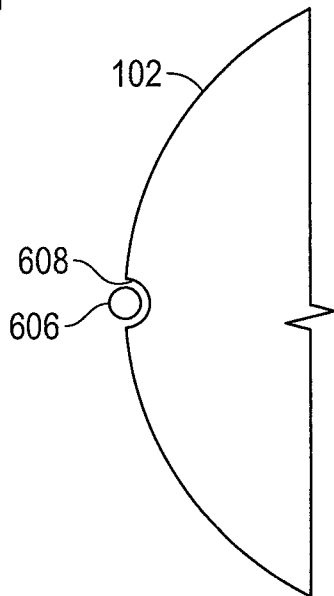
【圖 4e】



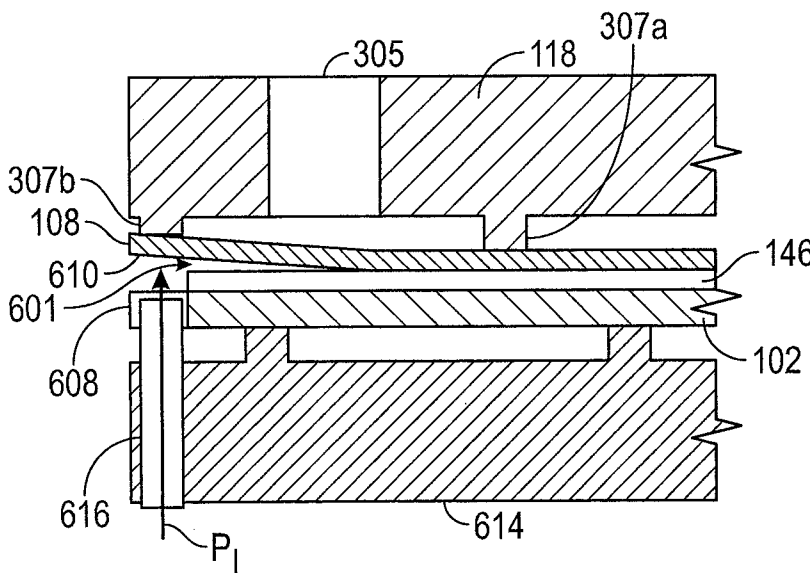
【圖 5】



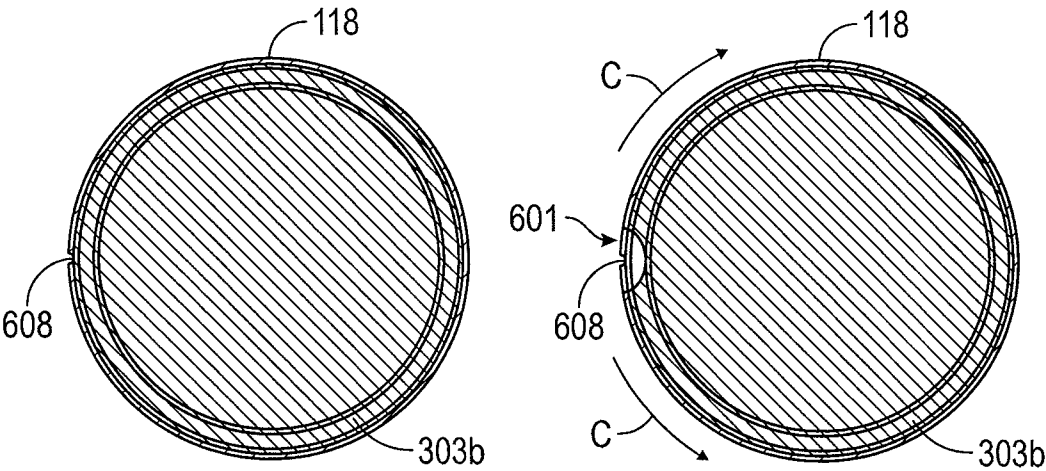
【圖 6a】



【圖 6b】

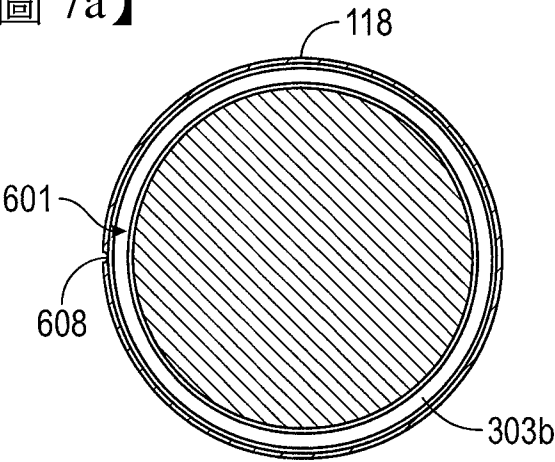


【圖 6c】

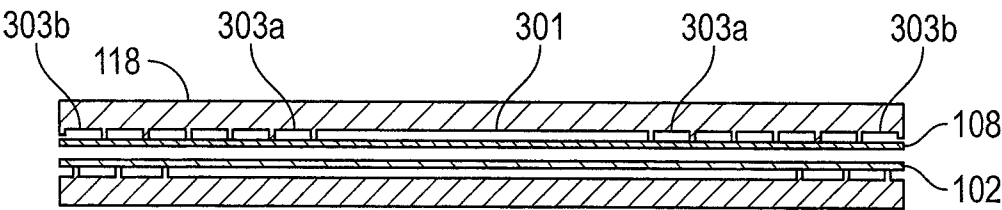


【圖 7a】

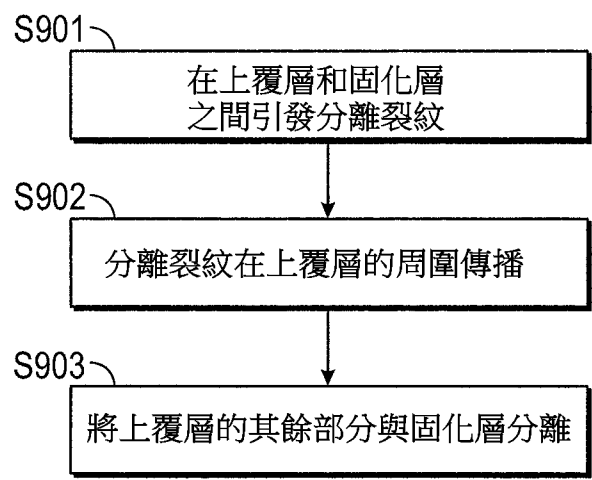
【圖 7b】



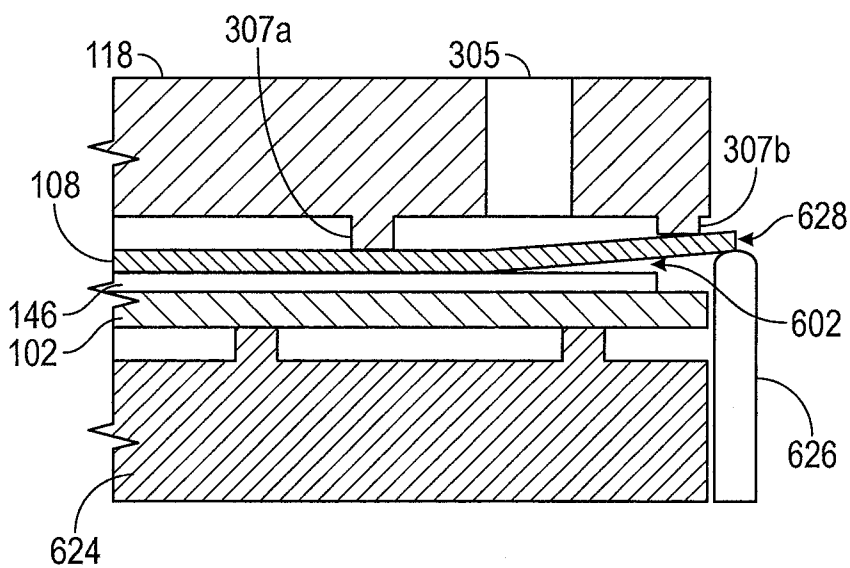
【圖 7c】



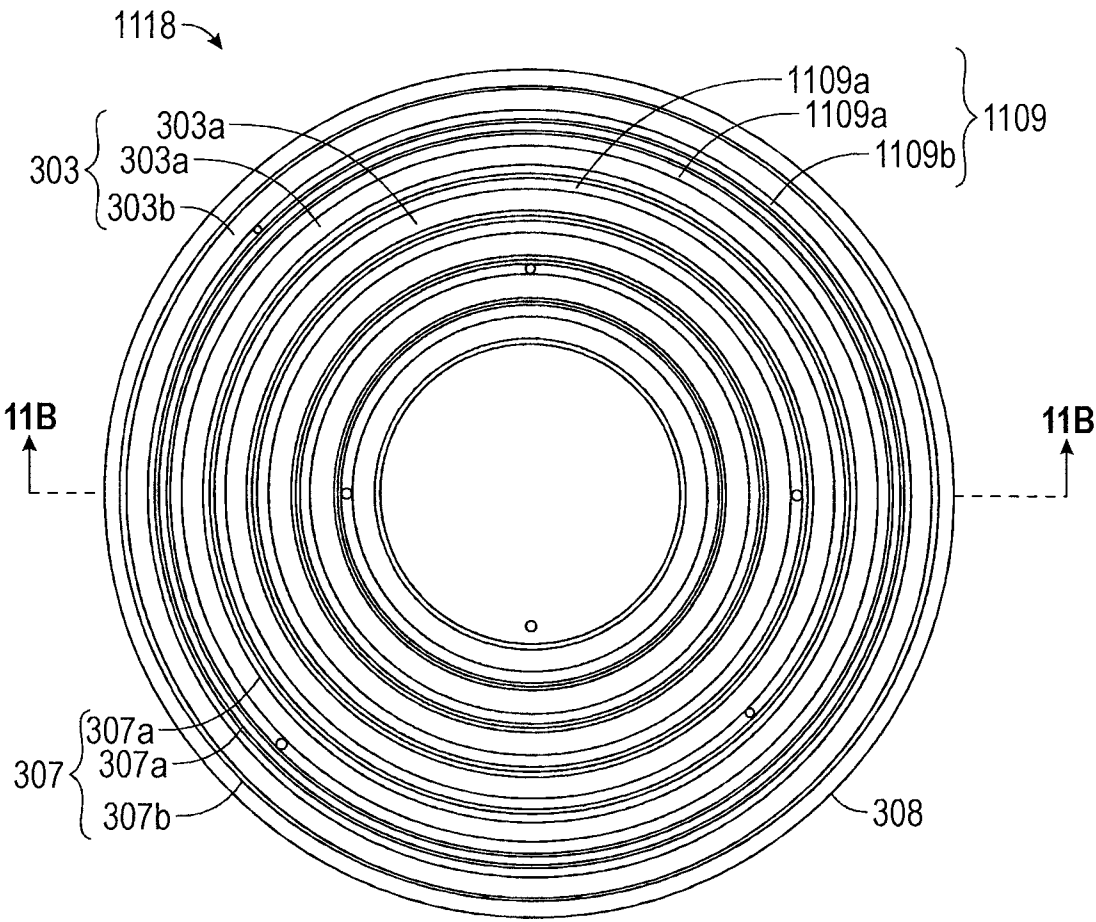
【圖 8】



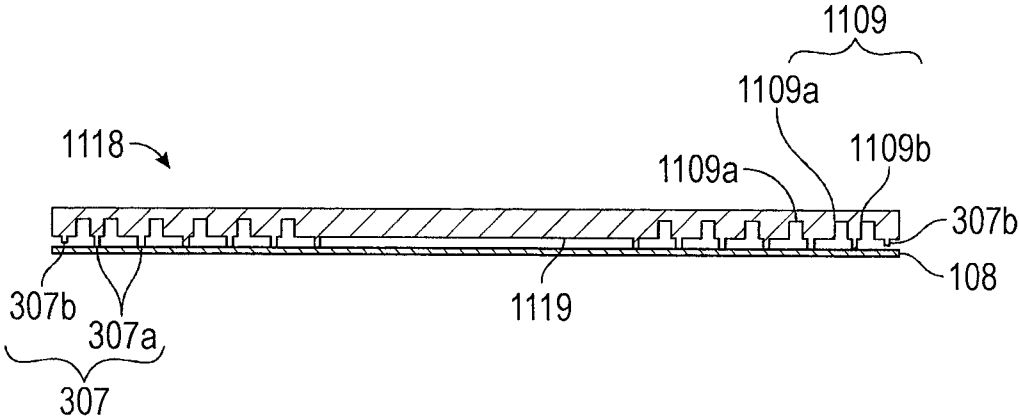
【圖 9】



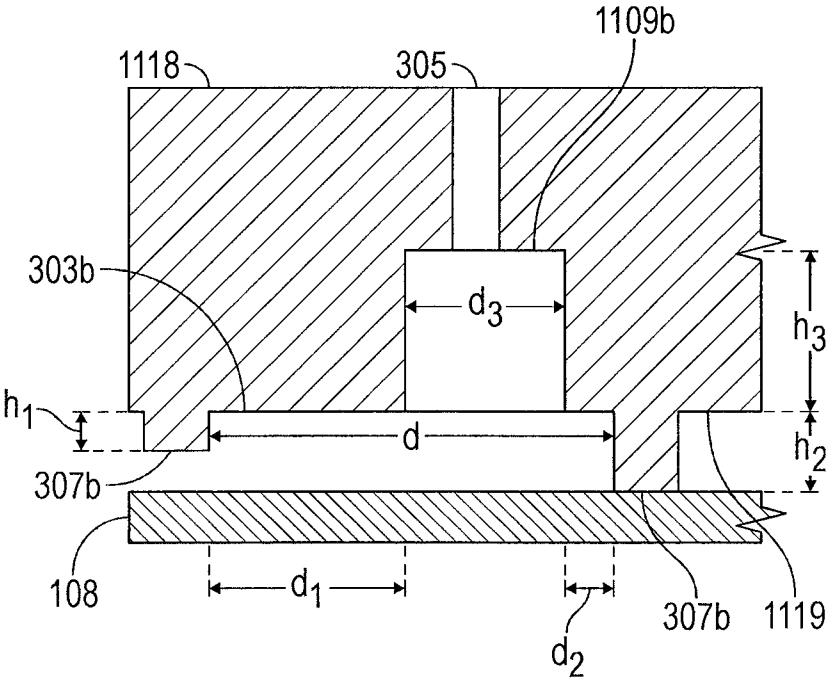
【圖 10】



【圖 11a】



【圖 11b】



【圖 12】